

E L E M E N T O S F I N I T O S T A Y L O R I A N O S

Ihor Dionísio Kotchergenko

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JA
NEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA (M.Sc.)

Aprovado por:


Presidente


Fernando S. Lencina


José Beltrame

RIO DE JANEIRO - BRASIL

JANEIRO DE 1976

AGRADECIMENTOS

Ao professor FERNANDO VENÂNCIO FILHO, pioneiro da análise matricial de estruturas a quem devo a iniciação nesta ciência há quinze anos, pela orientação dada a este trabalho.

Ao professor FERNANDO LOBO CARNEIRO, pelo estímulo para que eu, já não tão jovem, enfrentasse o curso de mestrado.

A direção da Companhia Paranaense de Energia Elétrica - COPEL por me franquear o uso de seu computador.

SUMÁRIO

É apresentado um modelo matemático o qual faz emprego das séries de Taylor para representar o campo de deslocamentos.

Neste modelo as funções de interpolação, para um domínio na periferia da origem da expansão em série, são definidas em função de alguns pontos na periferia da referida origem.

A forma do elemento é de livre escolha, permitindo acompanhar contornos curvilíneos.

O elemento apresenta boas características de acompanhamento do encurvamento do campo dos deslocamentos e demonstra melhores qualidades de convergência que os modelos que empregam outras séries polinomiais.

ABSTRACT

A finite element model which makes use of the Taylor series to represent the displacement field, is presented.

This way the interpolation functions for a domain in the periphery of the origin of the expansion in series are defined in respect to some points in the periphery of that origin.

The form of the element can be chosen freely, permitting to easily follow curvilinear boundaries.

The element present good characteristics to attend curvatures of the field of displacements and show better convergence characteristics when compared with other polynomial series representation.

INTRODUÇÃO

A maioria dos modelos matemáticos de elementos finitos faz emprego de funções de interpolação para definir o campo de deslocamentos dos pontos materiais do domínio de cada elemento. Necessariamente estes campos de deslocamentos não representam uma solução do problema do continuum no domínio do elemento, para as condições de contorno resultantes para este elemento, visto não satisfazerem as equações diferenciais que regem o fenômeno. No caso particular do continuum elástico, estes campos de deslocamentos apresentam a deficiência de imporem excessivo trabalho de cisalhamento em razão de não apresentarem boas propriedades para acompanhar encurvamentos do campo dos deslocamentos.

O modelo matemático de elemento finito ora apresentado faz uso das séries de Taylor para representar o campo de deslocamentos - no domínio dos elementos. Sendo os parâmetros desse desenvolvimento polinomial, derivadas do campo de deslocamentos, elimina-se alguns destes parâmetros pela aplicação das equações diferenciais que regem o fenômeno de deformação do continuum. A nova série assim obtida passa a ser formada exclusivamente por parâmetros de deformações generalizadas independentes. Esta série pode portanto representar soluções daquelas equações diferenciais, no ponto de origem da expansão em série. Por meio destas séries pode-se calcular de forma aproximada os deslocamentos de pontos da periferia da referida origem. Limitando-se a um número de pontos da periferia igual ao número de parâmetros de deformações generalizadas independentes, para qualquer conjunto de deslocamentos destes pontos existe um e somente um conjunto de parâmetros que o satisfaz. Desta forma ficam definidos os polinômios de interpolação dos deslocamentos, referidos aos pontos da periferia acima citados.

Algumas propriedades do modelo: acima são:

- a) A forma do elemento é de livre escolha, sendo limitada, apenas por questões de precisão e facilidade dos cálculos numéricos. A curva entre dois pontos nodais conti

guos pode ser qualquer, desde que integrável, permitindo acompanhar facilmente contornos curvilíneos.

- b) Apresentam boas características para atender a deformações de encurvamento dos elementos pois que dentre os parâmetros da expansão estão incluídas as derivadas segundas, e até de ordem superior, dos campos de deslocamentos.
- c) O campo de deslocamentos satisfaz, na origem da expansão, as equações diferenciais que regem o fenômeno, garantindo desta forma a convergência da solução para uma solução exata, quando o tamanho dos elementos tende a zero,
- d) O elemento satisfaz as condições de completitude, isto é: o campo de deslocamentos inclui os modos de deformação - correspondentes ao movimento do corpo rígido bem como existe um conjunto de modos de deformação capaz de produzir uma distensão constante em virtude de estarem presentes na expansão polinomial todos os termos de primeiro grau,
- e) O modelo é geometricamente linear, de modo que, existindo linearidade física, o sistema é conservativo. Em outras - palavras: uma sequência de modos de deformação que resul-te num deslocamento de corpo rígido do elemento, resulta num trabalho nulo neste elemento.
- f) Os elementos não apresentam continuidade dos deslocamento nas fronteiras comuns. Todavia seus campos de deformação são de tal forma definidos que um razoável encaixe é conseguido entre os elementos deformados.

A seguir é apresentado um elemento tayloriano no qual se emprega as equações de equilíbrio homogêneas de Lamé de modo que o campo de deslocamentos resultante no domínio do elemento é compatível com condições de sollicitação por forças puramente nodais. Como o campo de deslocamentos não é uma solução das equações de Lamé no domínio do elemento mas tão somente no ponto de origem da expansão de Taylor, nenhum conflito existe em se calcular as forças nodais consistentes às forças de massa, empregando-se o Princípio da Energia Potencial Mínima com os polinômios de interpolação obtidos.

O ELEMENTO TAYLORIANO

O campo de deslocamentos num sub-domínio do domínio do problema, é aproximado por uma série de Taylor com origem num ponto arbitrário, de preferência interior ao sub-domínio citado. Para facilitar a inteligência do assunto, a formulação se fará acompanhada de uma aplicação à teoria da elasticidade plana. Seja portanto $x=0$ e $y=0$ a origem acima referida; o campo de deslocamentos poderá ser expandido pelas séries de Taylor.

$$\begin{aligned} u &= u_0 + u_x x + u_y y + u_{xx} \frac{x^2}{2} + u_{xy} xy + u_{yy} \frac{y^2}{2} + \dots \\ v &= v_0 + v_x x + v_y y + v_{xx} \frac{x^2}{2} + v_{xy} xy + v_{yy} \frac{y^2}{2} + \dots \end{aligned} \quad (1)$$

sendo as derivadas u_x , u_y , u_{xy} , etc..., calculadas na origem $x=0$ e $y=0$ e num sistema de coordenadas cartesianas local do elemento.

Alguns dos parâmetros das expansões acima não são independentes por estarem relacionados pelas equações diferenciais que regem o fenômeno no continuum contemplado. No caso em foco, são as equações de Lamé que devem ser satisfeitas.

$$\begin{aligned} u_{xx} + u_{yy} + \left(\frac{\lambda}{\mu} + 1\right) (u_{xx} + v_{xy}) &= 0 \\ v_{xx} + v_{yy} + \left(\frac{\lambda}{\mu} + 1\right) (u_{xy} + v_{yy}) &= 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Destas equações pode-se tirar por exemplo:

$$\begin{aligned} -v_{xy} &= 2(1-\nu)u_{xx} + (1-2\nu)u_{yy} \\ -u_{xy} &= 2(1-\nu)v_{yy} + (1-2\nu)v_{xx} \end{aligned}$$

onde $\nu = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)}$

O campo de deslocamentos ficaria, portanto, representado por

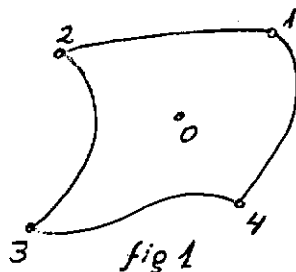
$$\begin{aligned} u &= u_0 + u_x x + u_y y + u_{xx} \frac{x^2}{2} - [2(1-\nu)v_{yy} + (1-2\nu)v_{xx}]xy + u_{yy} \frac{y^2}{2} + \dots \\ v &= v_0 + v_x x + v_y y + v_{xx} \frac{x^2}{2} - [2(1-\nu)u_{xx} + (1-2\nu)u_{yy}]xy + v_{yy} \frac{y^2}{2} + \dots \end{aligned} \quad (3)$$

Limitando a expansão de Taylor às derivadas de segunda ordem, pode-se obter a seguinte relação entre os deslocamentos absolutos de cinco pontos nodais e os parâmetros da expansão, referidos ao sistema de coordenadas local:

$$\begin{Bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ u_4 \\ v_4 \\ u_0 \\ v_0 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & \frac{x_1^2}{2} & \frac{y_1^2}{2} & 0 & 0 & 0 & px_1y_1 & qx_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & qx_1y_1 & px_1y_1 & 1 & x_1 & y_1 & \frac{x_1^2}{2} & \frac{y_1^2}{2} \\ 1 & x_2 & y_2 & \frac{x_2^2}{2} & \frac{y_2^2}{2} & 0 & 0 & 0 & px_2y_2 & qx_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & qx_2y_2 & px_2y_2 & 1 & x_2 & y_2 & \frac{x_2^2}{2} & \frac{y_2^2}{2} \\ 1 & x_3 & y_3 & \frac{x_3^2}{2} & \frac{y_3^2}{2} & 0 & 0 & 0 & px_3y_3 & qx_3y_3 \\ 0 & 0 & 0 & qx_3y_3 & px_3y_3 & 1 & x_3 & y_3 & \frac{x_3^2}{2} & \frac{y_3^2}{2} \\ 1 & x_4 & y_4 & \frac{x_4^2}{2} & \frac{y_4^2}{2} & 0 & 0 & 0 & px_4y_4 & qx_4y_4 \\ 0 & 0 & 0 & qx_4y_4 & px_4y_4 & 1 & x_4 & y_4 & \frac{x_4^2}{2} & \frac{y_4^2}{2} \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_0 \\ u_x \\ u_y \\ u_{xx} \\ u_{yy} \\ v_0 \\ v_x \\ v_y \\ v_{xx} \\ v_{yy} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

onde $p=-(1-2\nu)$ e $q=-2(1-\nu)$ (5)

O ponto nodal coincidente com a origem do sistema de coordenadas local e que sofre o deslocamento (u_0, v_0) é, de preferência tomado no interior do elemento e os pontos restantes no seu contorno (fig.1).



Seguindo a notação utilizada em [1] a equação (4) será escrita da seguinte forma:

$$\{\delta_{m\epsilon}\} = [T_{\delta\alpha}] \{\alpha_{m\epsilon}\} \quad (6)$$

$\{\alpha_{m\epsilon}\}$ é, portanto, um conjunto de parâmetros de deformações generalizadas independentes incluindo deslocamentos de corpo rígido.

Para o campo de extensões

$$\begin{Bmatrix} \xi_x \\ \xi_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} u_x \\ v_y \\ u_y + v_x \end{Bmatrix} \quad \text{obtem-se de (1), por derivação}$$

$$\begin{Bmatrix} \xi_x \\ \xi_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x & y & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & x & y \\ 0 & 1 & 0 & x & y & 1 & 0 & x & y & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_{xx} \\ u_{xy} \\ u_{yy} \\ v_x \\ v_y \\ v_{xx} \\ v_{xy} \\ v_{yy} \end{Bmatrix} \quad (7)$$

ou em notação compacta

$$\{\xi_{\epsilon}\} = [T_{\epsilon d}] \{d_{m\epsilon}\} \quad (8)$$

Tem-se ainda

$$\{d_{m\epsilon}\} = [T_{d\alpha}] \{\alpha_{m\epsilon}\} \quad (9)$$

onde:

$$[T_{d\alpha}] = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p & q \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & q & p & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

de modo que, pela (8), o campo de extensões é dado em função dos parâmetros de deformação independentes por

$$\{\xi_E\} = [T_{Ed}] [T_{d\alpha}] \{\alpha_{mE}\} \quad (11)$$

Para o problema da elasticidade plana isótropa e linear as relações tensões- extensões são:

$$\{\sigma\} = [T_{\sigma E}] (\{\xi_E\} - \{\xi_0\}) \quad (12)$$

sendo para o estado plano de tensões

$$[T_{\sigma E}] = \frac{E}{1-\nu^2} \begin{bmatrix} 1 & \nu & 0 \\ \nu & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-\nu}{2} \end{bmatrix} \quad (13)$$

e para o estado plano de extensões

$$[T_{\sigma E}] = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & 0 \\ \nu & 1-\nu & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2} \end{bmatrix} \quad (14)$$

onde ν é o coeficiente de Poisson e E o módulo de elasticidade.

GRANDEZAS NA BASE NATURAL

Aplicando o princípio das deformações virtuais à j -ésima deformação generalizada independente $\alpha_{m\epsilon j}$ tem-se

$$\tilde{\alpha}_{m\epsilon j} P_{m\epsilon j} = \int_V \{ \tilde{\xi}_{\epsilon} \}_j^T \{ \sigma \} dV \quad (15)$$

onde \sim indica grandeza virtual;

$P_{m\epsilon j}$ = a força generalizada corresponde à deformação generalizada $\alpha_{m\epsilon j}$;

$\{ \tilde{\xi}_{\epsilon} \}_j$ = o campo de extensões correspondentes à deformação generalizada $\alpha_{m\epsilon j}$;

$\{ \sigma \}$ = o campo de tensões existente por ocasião da deformação virtual;

V = volume do elemento.

Existindo n deformações generalizadas independentes, tem-se n equações lineares da forma da equação (15), podendo-se, portanto, constituir o seguinte sistema de equações:

$$[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}] \{ P_{m\epsilon} \} = \int_V [\tilde{\xi}_{\epsilon}]^T \{ \sigma \} dV \quad (16)$$

onde $[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}]$ é uma matriz diagonal das deformações generalizadas virtuais e $[\tilde{\xi}_{\epsilon}]$ uma matriz que se poderia também obter de (11) através da seguinte operação:

$$[\tilde{\xi}_{\epsilon}] = [T_{\epsilon d}] [T_{d\alpha}] [\tilde{\alpha}_{m\epsilon}] \quad (17)$$

e na qual a j -ésima coluna é o campo de extensões referida a base cartesiana local, correspondente à j -ésima deformação generalizada.

Substituindo (17) em (16) e tendo em conta que $[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}]$ e $[T_{d\alpha}]^T$ não são funções do ponto, tem-se

$$[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}] \{ P_{m\epsilon} \} = [\tilde{\alpha}_{m\epsilon}] [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T \{ \sigma \} dV \quad (18)$$

donde $\{ P_{m\epsilon} \} = [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T \{ \sigma \} dV$

A equação (18) define uma força generalizada, referida ao sistema de coordenadas cartesianas local e tal que o produto escalar

$$\{\alpha_{m\epsilon}\}^T \{P_{m\epsilon}\}$$

mede o trabalho realizado pela deformação generalizada $\{\alpha_{m\epsilon}\}$ referida ao mesmo sistema de referência.

Substituindo a (11) na (12) tem-se

$$\{\sigma\} = [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] [T_{d\alpha}] \{\alpha_{m\epsilon}\} - [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} \quad (19)$$

e substituindo esta na (18)

$$\{P_{m\epsilon}\} = [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] dV [T_{d\alpha}] \{\alpha_{m\epsilon}\} - [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} dV \quad (20)$$

ou

$$\{P_{m\epsilon}\} = [k_{m\epsilon}] \{\alpha_{m\epsilon}\} - \{P_{m\epsilon 0}\} \quad (21)$$

onde

$$[k_{m\epsilon}] = [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] dV [T_{d\alpha}] \quad (22)$$

é a matriz de rigidez generalizada natural do elemento, e

$$\{P_{m\epsilon 0}\} = [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} dV \quad (23)$$

é a força generalizada inicial referida ao sistema de coordenadas cartesianas local.

FORÇAS NODAIS

Resolvendo (6) para $\{\alpha_{m\epsilon}\}$

$$\{\alpha_{m\epsilon}\} = [T_{d\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} \quad (24)$$

A relação entre as forças generalizadas e as forças nodais $\{q_{m\epsilon}\}$, todas referidas ao sistema de coordenadas local, incluindo as forças nodais dependentes (vinculação estática), pode ser obtida pelo princípio dos deslocamentos virtuais. Para cada deslocamento virtual $\delta_{m\epsilon j}$, obtém-se um conjunto correspondente de variáveis de deformação generalizada $\{\tilde{\alpha}_{m\epsilon j}\}$. Pela (24) pode-se formar o sistema

$$[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}] = [T_{\delta\alpha}]^{-1} [\tilde{\delta}_{m\epsilon}] \quad (25)$$

Aplicando, então, o princípio dos deslocamentos virtuais, vem

$$[\tilde{\delta}_{m\epsilon}] \{q_{m\epsilon}\} = [\tilde{\alpha}_{m\epsilon}]^T \{P_{m\epsilon}\} \quad (26)$$

De (25), obtém-se

$$[\tilde{\alpha}_{m\epsilon}]^T = [\tilde{\delta}_{m\epsilon}] ([T_{\delta\alpha}]^{-1})^T$$

que, substituída em (26), fornece

$$\{q_{m\epsilon}\} = ([T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \{P_{m\epsilon}\} \quad (27)$$

que são as forças nodais procuradas.

MATRIZ DE RIGIDEZ NA BASE NODAL

A matriz de rigidez do elemento, referida à base dos deslocamentos nodais, que será abaixo definida, é inconsistente por causa da vinculação estática das forças nodais correspondentes.

Substituindo (24) em (19), tem-se

$$\{\sigma\} = [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} - [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} \quad (28)$$

Substituindo (27) e (28) em (18), tem-se

$$\begin{aligned} [T_{\delta\alpha}]^T \{q_{m\epsilon}\} &= [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] dV [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} + \\ &\quad - [T_{\delta\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} dV \end{aligned}$$

donde se obtém

$$\begin{aligned} \{q_{m\epsilon}\} &= ([T_{\delta\alpha}]^T)^{-1} [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] dV [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} + \\ &\quad - ([T_{\delta\alpha}]^T)^{-1} [T_{d\alpha}]^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\} dV \end{aligned} \quad (29)$$

ou, em notação compacta

$$\{q_{m\epsilon}\} = [K_\delta] \{\delta_{m\epsilon}\} - \{P_\delta\} \quad (30)$$

onde

$$[K_{\delta}] = ([T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T [T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] dV [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \quad (31)$$

é a matriz de rigidez do elemento referida à base dos deslocamentos nodais $\{\delta_{m\epsilon}\}$ orientados segundo o sistema de coordenadas cartesianas local.

$\{P_{\delta}\}$ é o vetor das forças nodais iniciais.

$\{q_{m\epsilon}\}$ as forças nodais definidas anteriormente.

CARGAS NODAIS CONSISTENTES

As cargas de massa $\{\bar{X}\}^T = \{\bar{X} \ \bar{Y}\}$ e as cargas superficiais $\{\bar{T}\}^T = \{\bar{T}_x \ \bar{T}_y\}$ são transformadas em cargas nodais consistentes com o auxílio do Princípio da Energia Potencial Mínima.

A energia potencial é dada por [2]

$$\Pi = \int_V dU(u, v) - \int_V (\bar{X}u + \bar{Y}v) dV - \int_{S_1} (T_x u + T_y v) dS_1 \quad (32)$$

onde S_1 é a parte da superfície do corpo onde as cargas são dadas. $dU(u, v)$ é a densidade de energia elástica e as duas últimas integrais representam o trabalho realizado pelas forças de massa e pelas cargas superficiais especificadas.

A equação (3) será escrita na seguinte forma:

$$\{u\} = [\Phi] \{\alpha_{m\epsilon}\} \quad (33)$$

e considerando a (24), os deslocamentos dos pontos do continuum vi rão dados em função dos deslocamentos nodais, por

$$\{u\} = [\Phi] |T_{\delta\alpha}|^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} \quad (34)$$

A densidade de energia elástica é escrita matricialmente como:

$$dU = \frac{1}{2} \{\xi_{\epsilon}\}^T \{\sigma\} dV \quad (35)$$

Substituindo a (24) na (11) tem-se o campo de extensões em função dos deslocamentos nodais

$$\{\xi_{\epsilon}\} = [T_{\epsilon d}] [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} \quad (36)$$

Substituindo as (36) e (28) na (35), a (32) será escrita matricialmente, da seguinte forma:

$$\Pi = \frac{1}{2} \{\delta_{m\epsilon}\}^T ([T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \int_V [T_{\epsilon d}]^T ([T_{\sigma\epsilon}] [T_{\epsilon d}] [T_{d\alpha}] [T_{\delta\alpha}]^{-1} \{\delta_{m\epsilon}\} + [T_{\sigma\epsilon}] \{\xi_0\}) dV - \{\delta_{m\epsilon}\}^T \int_V ([\Phi] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \{\bar{X}\} dV - \{\delta_{m\epsilon}\}^T \int_{S_1} ([\Phi] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \{\bar{T}\} dS_1$$

O Princípio da Energia Potencial Mínima, da

$$[K_\delta] \{\delta_{m\epsilon}\} - \{P_\delta\} = \{Q_\delta\} \quad (37)$$

onde as matrizes do primeiro membro são as definidas em (31), (6) e (29), e

$$\{Q_\delta\} = \int_V ([\Phi] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \{\bar{X}\} dV + \int_{S_1} ([\Phi] [T_{\delta\alpha}]^{-1})^T \{\bar{T}\} dS_1 \quad (38)$$

são as cargas nodais consistentes.

SISTEMA DE REFERÊNCIA GLOBAL

Para montagem dos elementos [3], assunto que não será a bordado em detalhes neste trabalho por não implicar em nenhuma inovação, as forças nodais e os deslocamentos nodais de cada elemento são referidos a um sistema de referência global.

Empregando uma simples matriz de transformação de coordenadas carte^zianas $[T_C]$, tem-se para o vetor das forças nodais globais de um elemento

$$\{Q_e\} = [T_C] \{q_{m\epsilon} + P_\delta + Q_\delta\} \quad (39)$$

e para o vetor dos deslocamentos nodais globais

$$\{\Delta_e\} = [T_C] \{\delta_{m\epsilon}\} \quad (40)$$

A matriz $[T_C]$ é ortogonal, isto é:

$$[T_C]^{-1} = [T_C]^T \quad (41)$$

Para possibilitar uma ampla intercambiabilidade de tipos de elementos na mesma montagem, é conveniente obter-se a matriz de rigidez e o vetor das forças de cada elemento em seu sistema de coo

ordenadas naturais e somente por ocasião da montagem referi-los ao sistema de coordenadas cartesianas global. Aplicando (40) em (24), vem

$$\{\alpha_{m\epsilon}\} = [a_{m\epsilon}] \{\Delta_e\} \quad (42)$$

onde

$$[a_{m\epsilon}] = [T_{\delta\alpha}]^{-1} [T_c]^T \quad (43)$$

é a matriz de montagem dos deslocamentos nodais. Aplicando (39) em (27), vem

$$\{Q_e\} = [a_{m\epsilon}]^T \{P_{m\epsilon}\} \quad (44)$$

sendo, portanto, $[a_{m\epsilon}]^T$ a matriz de montagem de forças nodais.

SISTEMA DE COORDENADAS LOCAL PRINCIPAL

Admitindo-se a matriz constitutiva $|T_{\sigma\epsilon}|$ constante no domínio de cada elemento, as integrações que aparecem nas expressões da matriz de rigidez (22) e (31), reduzem-se, para o caso da elasticidade plana, aos primeiro e segundo momentos da figura geométrica do elemento. Elegendo um sistema de coordenadas tal que a base (1, x, y) seja ortogonal no domínio do elemento, ter-se-á

$$\int_A x dA = 0, \quad \int_A y dA = 0 \quad \text{e} \quad \int_A xy dA = 0 \quad (45)$$

ficando os elementos da matriz de rigidez formada apenas pelos produtos dos momentos de inércia da figura geométrica do elemento, por elementos da matriz constitutiva.

CÁLCULO DAS TENSÕES

A resolução do sistema de equações no sistema de coordenadas global, fornece os deslocamentos nodais nesta base. Transformados estes deslocamentos para o sistema de coordenadas local utilizado em cada elemento, obtêm-se $\{\delta_{m\epsilon}\}$. Pelas equações (28) são obtidos os campos de tensões no elemento referidos ao sistema de coordenadas local. Note-se que a matriz $[T_{\epsilon d}]$ é uma matriz função linear de ponto, resultando, portanto, campos de tensões dados por funções lineares.

ELEMENTOS TAYLORIANOS DE ORDEM SUPERIOR

Dados os campos de deslocamentos $u(x, y)$ e $v(x, y)$ fica determinada a rotação do ponto (x, y) pela fórmula:

$$\omega = \frac{1}{2}(v_x - u_y) \quad (46)$$

Existe, todavia, uma infinidade de campos capazes de satisfazerem deslocamentos dos pontos nodais especificados, resultando para cada campo rotações diferentes destes pontos.

Poderemos, pois, expandir as séries de Taylor de modo a "amarrar" também estas rotações, as quais passarão então a constituir condições de compatibilidade adicionais.

Expandindo os deslocamentos em série de Taylor, até os termos de terceiro grau tem-se

$$\begin{aligned} u &= \dots + u_{xxx} \frac{x^3}{6} + u_{xxy} \frac{x^2 y}{6} + u_{xyy} \frac{xy^2}{6} + u_{yyy} \frac{y^3}{6} \\ v &= \dots + v_{xxx} \frac{x^3}{6} + v_{xxy} \frac{x^2 y}{6} + v_{xyy} \frac{xy^2}{6} + v_{yyy} \frac{y^3}{6} \end{aligned} \quad (47)$$

Como será demonstrado abaixo, alguns parâmetros da expansão acima apresentam dependência em relação aos restantes

Tome-se as equações gerais da elasticidade plana [4]

$$\mu(u_{xx} + u_{yy}) + (\lambda + \mu)(u_{xx} + v_{xy}) + X = \rho \ddot{u} \quad (48)$$

$$\mu(v_{xx} + v_{yy}) + (\lambda + \mu)(u_{xy} + v_{yy}) + Y = \rho \ddot{v} \quad (49)$$

Derivando a primeira em relação a y e a segunda em relação a x e, em seguida, subtraindo a primeira da segunda, resulta:

$$\mu \left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \right] + \frac{\partial Y}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{\partial^2}{\partial t^2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right)$$

ou em notação compacta

$$2\mu \nabla^2 \omega + \text{rot} F = 2\ddot{\omega} \quad (50)$$

Se o corpo não está sujeito a aceleração angular e o campo de forças F é irrotacional, tem-se:

$$\nabla^2 \omega = 0 \quad (51)$$

devendo, portanto, o campo das rotações ser uma função harmônica.

Derivando agora a equação (48) em relação a x e a (49) em relação a y , somando os resultados, e supondo que as forças de inercia sejam nulas e que as cargas sejam distribuídas uniformemente, isto é

$$\frac{\partial X}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial y} = 0.$$

obtem-se a chamada condição de M. Lévy [4]

$$\nabla^2 \theta = 0 \quad (52)$$

onde $\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$ é a dilatação.

Limitando-se aos elementos finitos com distensões axiais lineares tem-se:

$$u_{xxx} = 0 \quad \text{e} \quad v_{yyy} = 0 \quad (53)$$

o que satisfaz a equação (52).

Finalmente limitando-se aos elementos com o campo de tensões τ_{xy} linear, tem-se:

$$(u_y + v_x)_{xx} = 0 \quad (u_y + v_x)_{yy} = 0 \quad (54)$$

As equações (51) e (54) reunidas formam o seguinte sistema:

$$v_{xyy} - u_{yyy} = -v_{xxx} + u_{yxx}$$

$$u_{yxx} + v_{xxx} = 0$$

$$u_{yyy} + v_{xyy} = 0$$

dos quais resulta que

$$v_{xyy} = u_{yxx}$$

$$v_{xxx} = -u_{yxx}$$

$$v_{xyy} = -u_{yyy} \quad (55)$$

As expansões (47) apresentarão então apenas quatro novos parâmetros, digamos

$$v_{xxx}, u_{xyy}, v_{xxy} \text{ e } u_{yyy}$$

apresentando então a seguinte forma:

$$u = \dots - v_{xxx} \frac{x^2 y}{6} + u_{xyy} \frac{xy^2}{6} + u_{yyy} \frac{y^3}{6}$$

$$v = \dots + v_{xxx} \frac{x^3}{6} + v_{xxy} \frac{x^2 y}{6} - u_{yyy} \frac{xy^2}{6}$$

Como $\omega = \frac{1}{2}(v_x - u_y)$ e lembrando que são constantes os parâmetros da expansão, tem-se (veja eq. 1)

$$\begin{aligned} \omega = & \frac{1}{2} \left(v_x + v_{xx} \cdot x + v_{xy} \cdot y + v_{xxx} \frac{x^2}{2} + v_{xxy} \frac{xy}{3} - u_{yyy} \frac{y^2}{6} \right) + \\ & - \frac{1}{2} \left(u_y + u_{xy} \cdot x + u_{yy} \cdot y - v_{xxx} \frac{x^2}{6} + u_{xyy} \frac{xy}{3} + u_{yyy} \frac{y^2}{2} \right) \end{aligned} \quad (56)$$

Após as substituições

$$v_{xy} = qu_{xx} + pu_{yy}$$

$$u_{xy} = q v_{yy} + p v_{xx}$$

tem-se

$$\omega = \frac{1}{2} \{ v_x - u_y + [v_{xx}(1-p) - qv_{yy}]x - [u_{yy}(1-p) - qu_{xx}]y + \\ + v_{xxx} \frac{2x^2}{3} + v_{xxy} \frac{xy}{3} - u_{xyy} \frac{xy}{3} - u_{yyy} \frac{2y^2}{3} \}$$

A equação (4) aumentada de modo a relacionar as rotações de quatro pontos nodais (nenhum coincidente com a origem) com os quatro novos parâmetros, fica:

$\left\{ \begin{matrix} u_1 \\ v_1 \\ \omega_1 \\ u_2 \\ v_2 \\ \omega_2 \\ u_3 \\ v_3 \\ \omega_3 \\ u_y \\ v_y \\ \omega_y \\ u_o \\ v_o \end{matrix} \right\}$	$\begin{bmatrix} 1 & x_1 & y_1 & \frac{x_1^2}{2} & \frac{y_1^2}{2} & 0 & 0 & 0 & px_1y_1 & qx_1y_1 & -\frac{x_1^2y_1}{6} & \frac{x_1y_1^2}{6} & 0 & \frac{y_1^3}{6} \\ 0 & 0 & 0 & qx_1y_1 & px_1y_1 & 1 & x_1 & y_1 & \frac{x_1^2}{2} & \frac{y_1^2}{2} & \frac{x_1^3}{6} & 0 & \frac{x_1^2y_1}{6} & -\frac{x_1y_1^2}{6} \\ 0 & 0 & -\frac{1}{2} & \frac{qy_1}{2} & -\frac{(1-p)y_1}{2} & 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{(1-p)x_1}{2} & -\frac{qx_1}{3} & \frac{x_1^2}{3} & -\frac{x_1y_1}{6} & \frac{x_1y_1}{6} & -\frac{y_1^2}{3} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\left\{ \begin{matrix} u_o \\ u_x \\ u_y \\ u_{xx} \\ u_{yy} \\ v_o \\ v_x \\ v_y \\ v_{xx} \\ v_{yy} \\ v_{xxx} \\ u_{xyy} \\ v_{xxy} \\ u_{yyy} \end{matrix} \right\}$
---	--	---

A rotação da origem já está definida por $\omega_0 = \frac{1}{2}(v_x - u_y)$

A matriz $\{T_{ed}\}$ ficará

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & x & y & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\frac{xy}{3} & \frac{y^2}{6} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & x & y & 0 & 0 & \frac{x^2}{6} & -\frac{xy}{3} \\ 0 & 1 & 0 & x & y & 1 & 0 & x & y & 0 & \frac{x^2}{3} & \frac{xy}{3} & \frac{xy}{3} & \frac{y^2}{3} \end{bmatrix} \quad (59)$$

devendo o vetor $\{\delta_{me}\}$ mostrado em (7) ser aumentado dos componentes v_{xxx} , u_{xyy} , v_{xxy} e u_{yyy} .

Os campos de tensões serão então dados por funções quadráticas das coordenadas locais (x,y)

Este fato aplicado à tensão τ_{xy} contraria a hipótese contida nas expressões (54). Os cálculos numéricos todavia mostram que esta condição é satisfeita.

Os passos seguintes são idênticos aos descritos para o elemento tayloriano de segunda ordem. Convém apenas notar que as forças nodais associadas às rotações serão momentos aplicados aos nós.

PROGRAMA TESTE

Foi elaborado um programa para computador, em linguagem FORTRAN, estritamente com o fim de testar o modelo matemático acima apresentado. O programa adota apenas o elemento de segunda ordem. O elemento de ordem superior foi concebido após a elaboração do programa. Os resultados surpreenderam pela precisão alcançada tanto em termos de deformações com de tensões. O elemento de segunda ordem, por conter desenvolvimentos do campo dos deslocamentos até derivados de segunda ordem, apresenta encurvamento constante em cada uma das direções dos eixos de coordenadas locais.

Devido a isto obtem-se distribuição linear de cada tensão apenas na direção normal ao plano das tensões normais, ou seja σ_x distribuído linearmente segundo o eixo y (tal como na flexão de vigas) e σ_y distribuído linearmente na direção do eixo x. A tensão de cisalhamento apresenta-se praticamente constante no elemento. Foi este fato que levou o autor a estudar elementos de ordem superior.

Utilizou-se o teste da viga em balanço, mostrado na fig. 2 e que já havia sido empregado para comparar as qualidades de convergência de diversos modelos de elementos finitos [5]. A comparação com o elemento retangular tradicional, com oito graus de liberdade, mostra a grande superioridade do elemento ora apresentado. Enquanto o elemento retangular simples apresenta, numa discretização de 42 graus de liberdade, uma precisão de 88,8% o elemento tayloriano nas mesmas condições alcança a precisão de 98,2% no deslocamento da extremidade da viga em balanço. Para uma discretização de 70 graus de liberdade, o elemento tayloriano apresenta uma precisão de praticamente 100%.

Para este elemento, os campos de distensões são dados pelas expressões (7), logo os campos de tensões são calculados por

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{E}{1-\nu^2} (u_x + u_{xx} \cdot x + u_{yy} \cdot y) + \frac{E\nu}{1-\nu^2} (v_y + v_{xy} \cdot x + v_{yy} \cdot y) \\ \sigma_y &= \frac{1}{1-\nu^2} (v_y + v_{xy} \cdot x + v_{yy} \cdot y) + \frac{E\nu}{1-\nu^2} (u_x + u_{xx} \cdot x + u_{xy} \cdot y) \\ \tau &= \frac{E(1-\nu)}{2(1-\nu^2)} (u_y + v_x + u_{xy} \cdot x + u_{yy} \cdot y + v_{xx} \cdot x + v_{xy} \cdot y)\end{aligned}\quad (60)$$

sendo as derivadas, valores constantes calculados na origem do sistema de coordenadas local.

Para o elemento número 5 da fig. 2, obteve-se:

$$\begin{Bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_{xx} \\ u_{xy} \\ u_{yy} \\ v_x \\ v_y \\ v_{xx} \\ v_{xy} \\ v_{yy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2,55 \\ -6,13 \\ -0,0302 \\ -1,57 \\ -0,147 \\ 6,44 \\ -0,568 \\ 1,58 \\ 0,137 \\ 0,385 \end{Bmatrix}$$

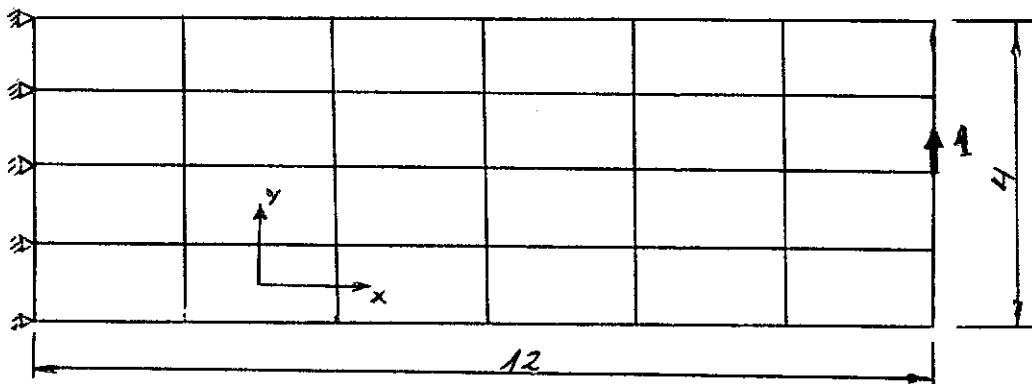


fig 2

Substituindo estes valores na (60) resulta, com $E=1$ e $\nu = 0,2$

$$\sigma_x = 2,539 - 0,00294x - 1,556y \quad (61)$$

Pela teoria da flexão simples, tem-se:

$$\sigma_x = \frac{M}{I} \bar{y} = \frac{1(9-x)}{I} (1,5 - y)$$

ou

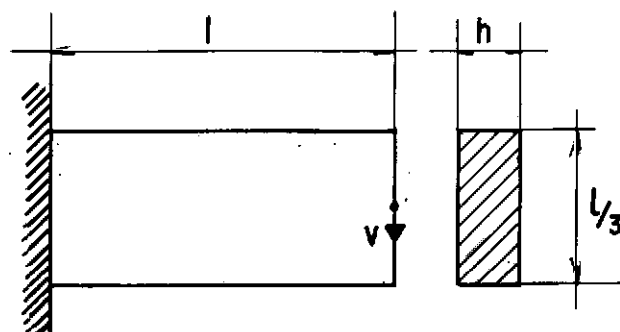
$$\sigma_x = 2,531 - 0,2813x - 1,688y + 0,1875xy$$

Para o plano vertical passando pelo centro do elemento tem-se $x=0$ e

$$\sigma_x = 2,531 - 1,688y \quad (62)$$

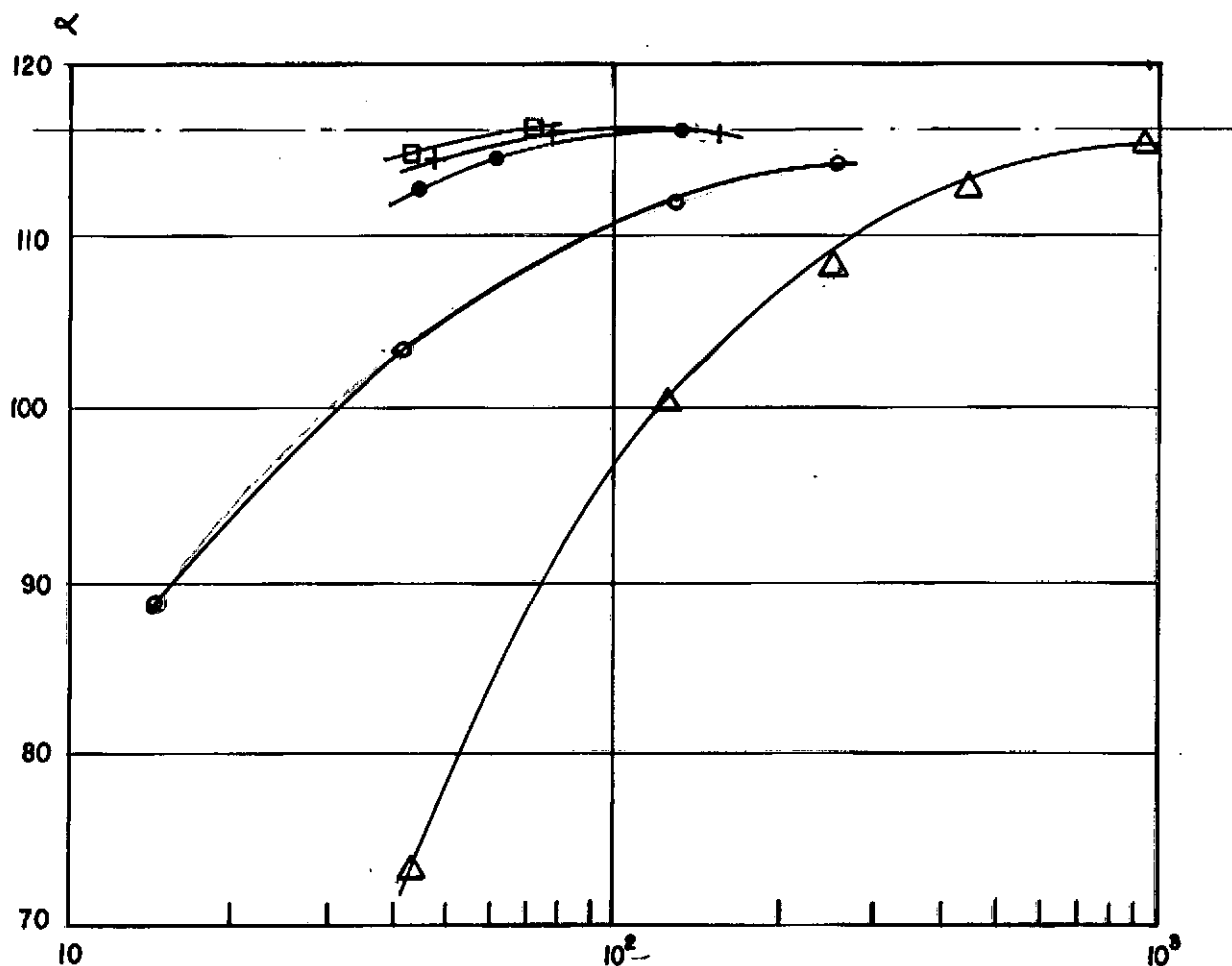
que comparada com a dada pela (61) indica bom grau de precisão. No
te-se que parte do erro pode ainda ser atribuída à teoria da fle
xão simples, visto que é alto o grau de precisão alcançado para
os deslocamentos.

COMPARAÇÃO DE RESULTADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE ELEMENTOS PLANOS



$$\alpha = \frac{E h v}{P}$$

$$\nu = 0,2$$



Graus de Liberdade

- RETÂNGULO TAYLORIANO DE SEGUNDA ORDEM
- △ TRIÂNGULO DE EXTENSÃO CONSTANTE
- RETÂNGULO POLINOMIAL DE PRIMEIRA ORDEM
- TRIÂNGULO DE EXTENSÃO LINEAR
- + TRIÂNGULO DE EXTENSÃO QUADRÁTICA
- SOLUÇÃO EXATA

BIBLIOGRAFIA

- 1 - J. Robinson, 'Integrated Theory of Finite Element Methods', John Wiley & Sons, 1973.
- 2 - I.S. Sokolnikoff, 'Mathematical Theory of Elasticity', Mc Graw-Hill Book Co., 1956.
- 3 - F. Venancio Filho, 'Analise Matricial de Estruturas', Almeida Neves - Editora Ltda., 1975.
- 4 - M. Filomenko-Borodich, 'Theory of Elasticity' Foreign Language Publishing House, Moscou.
- 5 - H. Tottenham, C. Brebbia, 'Finite Elements Techniques', University of Southampton, 1970.

DIMENSION X(250),Y(250),NEL(200,5),TH(200),XE(5,2),

* SE(10,10),NA(50), P1(3),P(500),S(500,60),C(6),IA(50,3)

CCMMCN JD,KD

DEFINE FILE 7(250,100,U,KD)

DEFINE FILE 8(250, 10,U,JD)

L1=1

L2=3

C LARGURA DA BANDA CONFORME DIMENSICN DE S

LB=60

READ(L1,100)NN,NE,NNDP,NGLN,NNPE,IG,NEPL,NEPC,NPU,R,H

100 FORMAT(9I5,2F10.1)

WRITE(L2,200)

200 FORMAT(//,' NN NE NNDP NGLN NNPE IG NEPL NEPC NPU LADC A

* LADO B',//)

WRITE(L2,100)NN,NE,NNDP,NGLN,NNPE,IG,NEPL,NEPC,NPU,R,H

300 FORMAT(//,' C O R D E N A D A S D C S N C S',//)

400 FORMAT(15,2F10.2)

500 FORMAT(//,' INCIDENCIAS DCS ELEMENTOS',//)

50 READ(L1,400) (I,X(I),Y(I),J=1,NN)

WRITE(L2,300)

WRITE(L2,400)(I,X(I),Y(I),I=1,NN)

WRITE(L2,500)

DC 60 I=1,NE

READ(L1,600) I,(NEL(I,J),J=1,NNPE),TH(I)

600 FORMAT(6I5,F10.2)

60 WRITE(L2,600)I,(NEL(I,J),J=1,NNPE),TH(I)

70 WRITE(L2,700)

DC 80 I=1,NNDP

READ(L1,800) NA(I),(IA(I,J),J=1,NGLN)

700 FORMAT(//,' D E F I N I C A C D E A P C I O S',//)

80 WRITE(L2,800)NA(I),(IA(I,J),J=1,NGLN)

800 FORMAT(7I5)

C DIMAX CONFORME DIMENSICN DE S E P

DIMAX=500

NN2=NN*NGLN

IF(DIMAX-NN2)2100,104,104

104 GO 105 I=1,NN2

P(I)=0.

DC 105 J=1,LB

105 S(I,J)=0.

JBMAX=0

READ(L1,100)NNC,NCD

IF(NNC)95,95,90

90 WRITE(L2,900)

900 FORMAT(//,' C A R G A S N C S N C S',//)

DC 92 I=1,NNC

READ(L1,1000) K,(P1(L),L=1,NGLN)

1000 FORMAT(15,4F10.2)

WRITE(L2,1000) K,(P1(L),L=1,NGLN)

DC 91 L=1,NGLN

IB=NGLN*(K-1)+L

91 P(IB)=P1(L)

92 CONTINUE

95 CONTINUE

WRITE(L2,1100)

1100 FORMAT(//,' PROPRIEDADE CCS ELEMENTOS',//)

CALL CONST(C,L1,L2,TU,EE)

KC=1

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	-----CONSTANTES----			CARG				
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT.	AT.	ANT.	AT.	REAL	FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST	
6	23000	00059	00000	1144	1318	1151	1229	0007134	0007134	00040	00080	00040	0090
*	ENEAS MARQUES 021 D11			*	MEDICAO=BT POT.KVA=0075 KT=0040 K								
00030	00000	1010	1443	0377	0523	0013315	0013315	00030	00060	00030	0049		
*	BELA VISTA ENEAS MARQUES			*	MEDICAO=BT POT.KVA=0045 KT=0030 K								

00.002 CONSUMIDORES

```
      DO 170 KJ=1,NE
      WRITE(L2,1500)KJ
1500  FORMAT(1H1,' ELEM ',I3)
      DO 102 I=1,NNPE
      J=NEL(KJ,I)
      XE(I,1)=X(J)
102  XE(I,2)=Y(J)
      JD = KJ .
      WRITE(8'JD)XE
      CALL SAU(XE,C,TU,SE,L1,L2,KJ)
      DO 140 L=1,NNPE
      DO 140 K=1,NNPE
      DO 140 J=1,NGLN
      J1=NGLN*(NEL(KJ,L)-1)+J
      JE=NGLN*(L-1)+J
      DO 140 I=1,NGLN
      IB=NGLN*(NEL(KJ,K)-1)+I
      IE=NGLN*(K-1)+I
      JB=J1-IB+1
      IF(JB)140,140,110
110  IF(JB-JBMAX)130,130,120
120  JBMAX=JB
      IF(LB-JBMAX)2000,130,130
130  S(IB,JB)=S(IB,JB)+SE(IE,JE)
140  CCNTINUE
170  CGNTINUE
      DO 250 I=1,NNDP
      DO 250 J=1,NGLN
      IF(IA(I,J))250,210,250
210  IB=NGLN*(NA(I)-1)+J
      DO 220 KJ=2,JBMAX
220  S(IB,KJ)=0.
      DO 240 KAREN=1,IB
      JL=IB-KAREN+1
      IF(JL-JBMAX)230,230,240
230  S(KAREN,JL)=0.
240  CCNTINUE
      S(IB,1)=1.
      P(IB)=0.
250  CCNTINUE
      CALL SLL83(S,P,NN2,JBMAX)
      WRITE(L2,1200)
1200  FORMAT(10X,' DESLOCAMENTOS NCDAS ',/)
      WRITE(L2,1300)
1300  FORMAT(1X,' NO          X          Y ',/)
      WRITE(L2,1400){1,P(2*I-1),P(2*I),I=1,NN}
1400  FGRMAT(2X,I3,2E10.3,/)
      WRITE(L2,1501)
1501  FGRMAT( 48H      ELEMENTO      SIGMA-X      SIGMA-Y      SIGMA-XY )
C      CALCULO DAS TENSORES
      DO 270 KJ=1,NE
      DO 260 I=1,NNPE
      J=NEL(KJ,I)
      XE(I,1)=X(J)
260  XE(I,2)=Y(J)
      CALL STRES(P,KJ,NEL,C,NNPE,NGLN,XE,L2)
270  CONTINUE
      CALL EXIT
```

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	---CONSTANTES---			CARG
IN ATIV.	MED. CALC.	ANT. AT.	ANT. AT.	REAL FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST
16 23900	00031 00000	0991 1039	9556 9523	0001968 0001968	00040 00080	00040	0082	
* AV SANTA CATARINA 24 D 90 *				* MEDICAO=BT POT.KVA=0075 KT=0040 K				
16 23000	00000 00037	1005 1131	1132 1260	0003818 0004626	00030 00000	00030	0043	
* ESTRADA BRO S B JESUS *				* MEDICAO=BT POT.KVA=0045 KT=0030 K				

00.002 CONSUMIDORES

2000 WRITE(L2,2200)LB,JBMAX

2200 FORMAT(//,5X,' LARGURA DA BANDA INSUFICIENTE',10X,'LB=',I3, .
*'JBMAX=',I3)

CALL EXIT

2100 WRITE(L2,2300)DIMAX,NN2

2300 FORMAT(//,5X,' DIMENSION INSUFICIENTE',10X,'LB=',I3,'NN2=',
*I3)

CALL EXIT

END

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	CONSTANTES		CARGO
IN ATIV.	MED. CALC.	ANT. AT.	ANT. AT.	REAL FATUR.	KWH	KW	KVARH INST
00028	00000	1318 1405	0196 0242	0007134 0007134	00080 00080	00040 0067	
*	D PEDRO II		*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0040 K
16 23000	00015 00000	0623 0641	0773 0783	0001107 0001107	00060 00120	00060 0154	
S	* SALGADO FILHO CHACARA	94 *		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0160 K
00046	00000	0451 0527	0288 0337	0004674 0004727	00060 00120	00060 0122	
*	SANTO ANTONIO DO SUDOESTE	* L 23		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0060 K

00.003 CONSUMIDORES

```
SUBROUTINE CONST(C,L1,L2,TU,EE)
  DIMENSION C(6)
  C
    MATRIZ CONSTITUTIVA
    READ(L1,1100)EE,TU,IND
  1100 FORMAT(F10.0,F10.2,I5)
    IF(IND-1)96,96,97
  96 WRITE(L2,1200)
  1200 FORMAT(/,'ESTADO PLANO DE TENSOES',/)
    WRITE(L2,1300)EE,TU
  1300 FORMAT(/,' E=',E10.3,4X,'NU=',F5.3/)
    C(1)=EE/(1.-TU**2)
    C(2)=C(1)*TU
    C(3)=C(1)
    C(4)=0.
    C(5)=0.
    C(6)=EE/(2.+2*TU)
    GO TO 98
  97 WRITE(L2,1400)
  1400 FORMAT(/,' ESTADO PLANO DE DEFORMACAO',/)
    WRITE(L2,1300)EE,TU
    FAT=EE/((1.+TU)*(1.-2*TU))
    C(1)=FAT*(1.-TU)
    C(2)=FAT*TU
    C(4)=0.
    C(3)=C(1)
    C(5)=0.
    C(6)=(1.-2*TU)/2.*FAT
  98 RETURN
  END
```

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	====CONSTANTES====			CAR				
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT.	AT.	ANT.	AT.	REAL	FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST	
16	23000	00037	00000	1437	1605	0627	0673	0006787	0006787	00040	00080	00040	0065
* BOA ESPERANCA DO IGUACU			*			* MEDICAO=BT POT.KVA=0075 KT=0040							

00.001 CONSUMIDORES

```
SUBROUTINE SAU(XE,C,TU,SA,L1,L2,KJ)
DIMENSION XE(5,2),A(100),XL(10),XM(10),C(6),G(100),H(100),
*B(100),SA(10,10)
COMMON JD,KD
C      GERA A MATRIZ DE RIGIDES DO ELEMENTO FINITO TAYLORIANO RETANGULAR
C      X Y METADE DOS LADOS DO ELEMENTO
C
```

```
      L1=2
      L2=3
      X=0.5*SQRT((XE(2,1)-XE(1,1))**2+(XE(2,2)-XE(1,2))**2)
      Y=0.5*SQRT((XE(4,1)-XE(1,1))**2+(XE(4,2)-XE(1,2))**2)
      DO 10 I=1,100
10     A(I)=0.
         X2=0.5*X**2
         Y2=0.5*Y**2
         P=-1.+2*TU
         G=-2.+2*TU
         XY=X*Y
         DO 20 I=1,9,2
20     A(I)=1.
         A(11)=X
         A(13)=-X
         A(15)=-X
         A(17)=X
         A(21)=Y
         A(23)=Y
         A(25)=-Y
         A(27)=-Y
         A(31)=X2
         A(32)=Q*XY
         A(33)=X2
         A(34)=-Q*XY
         A(35)=X2
         A(36)=Q*XY
         A(37)=X2
         A(38)=-Q*XY
         A(41)=Y2
         A(42)=P*XY
         A(43)=Y2
         A(44)=-P*XY
         A(45)=Y2
         A(46)=P*XY
         A(47)=Y2
         A(48)=-P*XY
         DO 30 I=52,60,2
30     A(I)=1.
         A(62)=X
         A(64)=-X
         A(66)=-X
         A(68)=X
         A(72)=Y
         A(74)=Y
         A(76)=-Y
         A(78)=-Y
         A(81)=P*XY
         A(82)=X2
         A(83)=-P*XY
         A(84)=X2
```

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	----CONSTANTES---			CAR
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT. AT.	ANT. AT.	REAL FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST

06	20600	00034	00000	0296	0380	0456	0529	0002545	0002866	00030	00060	00030	0062
	*	BARRA GRANDE	PLANALTO		*			* MEDICAO=BT	POT.KVA=0045	KT=0030			

00.001 CONSUMIDORES

```
SUBROUTINE GTCG(XE,C,G)
DIMENSION C(6),G(100),XE(5,2)
DO 10 I=1,100
10 G(I)=0.
  X=0.5*SQRT((XE(2,1)-XE(1,1))**2+(XE(2,2)-XE(1,2))**2)
  Y=0.5*SQRT((XE(4,1)-XE(1,1))**2+(XE(4,2)-XE(1,2))**2)
  XY=X*Y*4
  X3Y=X**3*Y*1.333333
  Y3X=Y**3*X*1.333333
  G(1)=C(1)*XY
  G(2)=C(4)*XY
  G(3)=C(6)*XY
  G(6)=C(1)*X3Y
  G(9)=C(4)*X3Y
  G(10)=C(1)*Y3X+C(6)*X3Y
  G(14)=C(4)*Y3X
  G(15)=C(6)*Y3X
  G(16)=C(4)*XY
  G(17)=C(6)*XY
  G(21)=C(6)*XY
  G(22)=C(2)*XY
  G(23)=C(4)*XY
  G(27)=C(5)*XY
  G(28)=C(3)*XY
  G(31)=C(4)*X3Y
  G(32)=C(6)*X3Y
  G(36)=C(6)*X3Y
  G(39)=C(2)*X3Y
  G(40)=C(5)*X3Y+C(4)*Y3X
  G(41)=C(6)*Y3X
  G(44)=C(5)*X3Y
  G(45)=C(3)*X3Y+C(6)*Y3X
  G(49)=C(2)*Y3X
  G(50)=C(5)*Y3X
  G(54)=C(5)*Y3X
  G(55)=C(3)*Y3X
RETURN
END
```

MAPA DA CONVERSÃO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	---CONSTANTES---			CARGO
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT. AT.	ANT. AT.	REAL FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST

06	20600	00091 00000	1996 2153	1655 1786	0009656 0010688	00060	00120	00060	0074
	*	ADHEMAR S/N Q 75 E 76		*		MEDICAO=BT POT.KVA=0112 KT=0060 K			

06	20600	00074 00100	1175 1230	1353 1391	0006765 0006765	00120	00120	00060	0084
	*	RIO GRANDE DO SUL Q 2 D 0 * 1 A 08		*		MEDICAO=BT POT.KVA=0112 KT=0060 K			

		00025 00000	0324 0404	0188 0246	0003280 0003444	00040	00080	00040	0079
ANEMA	*	ESTRADA PLO/PEO		*		MEDICAO=BT POT.KVA=0075 KT=0040 K			

00.003 CONSUMIDORES

```
A(85)=P*XY
A(86)=X2
A(87)=-P*XY
A(88)=X2
A(91)=Q*XY
A(92)=Y2
A(93)=-Q*XY
A(94)=Y2
A(95)=Q*XY
A(96)=Y2
A(97)=-Q*XY
A(98)=Y2
WRITE(L2,100)A
100 FORMAT(10E11.3)
CALL MINV(A,10,DD,XL,XM)
WRITE(L2,100)A
WRITE(L2,110)DD
110 FORMAT(E11.3)
CALL GTCG(XE,C,G)
WRITE(L2,100)G
DO 120 I=1,100
120 B(I)=0.
B(11)=1.
B(22)=1.
B(33)=1.
B(39)=Q
B(45)=1.
B(49)=P
B(66)=1.
B(77)=1.
B(84)=P
B(88)=1.
B(94)=Q
B(100)=1.
CALL MPRC(B,A,H,10,10,0,0,10)
WRITE(L2,100)H
KD = KJ
WRITE(7*KD)H
CALL MPRC(G,H,B,10,10,1,0,10)
CALL TPRC(H,B,A,10,10,0,0,10)
WRITE(L2,100)A
DO 130 I=1,10
DO 130 K=1,10
J=10*I-10+K
130 SA(I,K)=A(J)
WRITE(L2,100)SA
RETURN
END
```

change of format

Tda Tda

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	----CONSTANTES----			CART			
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT.	AT.	ANT.	AT.	REAL	FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST

06	20600	00030	00000	0111	0134	0352	0425	0002323	0003704	00100	00100	00050	0079
	*	CHACARA	199	A		*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0050	K	

16	23000	00041	00000	1541	1612	9809	9749	0004303	0004303	00060	00120	00060	0167
	*	VINTE E CINCO	Q 14			*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0060	K	

00.002 CONSUMIDORES

SUBROUTINE SLL83(A,B,N,M)

DIMENSION A(500,60),B(500)

0030

NM1=N-1

DO 3 I=1,NM1

DO 3 J=2,M

II=I+J-1

IF(II-N)1,1,2

1 F=-A(I,J)/A(I,1)

B(II)=B(II)+F*B(I)

MJ1=M-J+1

DO 2 K=1,MJ1

L=K+J-1

2 A(II,K)=A(II,K)+F*A(I,L)

3 CONTINUE

B(N)=B(N)/A(N,1)

DO 5 L=2,N

I=N-L+1

C=B(I)

DO 4 K=2,M

IK1=I+K-1

IF(II-N)4,4,5

4 C=C-A(I,K)*B(II)

5 B(I)=C/A(I,1)

RETURN

END

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	----	CONSTANTES----	CAR
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT.	AT.	ANT.	AT.	REAL FATUR.	KWH KW KVARH INST
16	23000	00016 00000	0244 0272	3472 3581	0002296 0004269	00080 00080	00040 0074	
TDA	*	R BALDUINO	TAQUES 1830	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0040	
02	20200	00016 00000	7893 8039		0004490 0004490	00030 00000	0084	
	*	R MARQUEZ DE OLINDA	371 P	* GO	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0030	
		00032 00000	8725 9301		0017712 0017712	00030 00000	0119	
LTDA	*	AV ANITA GARIBALDI	861	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0030	
		00007 00000	5051 5073		0000451 0000451	00020 00000	0029	
	*	AV ANITA GARIBALDI	1118 P	* GO	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0030 KT=0020	
		00016 00000	0044 0450		0008323 0008323	00020 00000	0511	
	*	PCA BARAO DO RIO BRANCO	9	* 0	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0150 KT=0020	
		00036 00000	9530 9745		0013223 0013223	00060 00000	0081	
	*	R AUGUSTO RIBAS	876 PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112 KT=0060	
		00120 00000	0034 0049	0117 0168	0009000 0015087	00600 00600	00300 0000	
	*	R BARAO DO RIO BRANCO	S/N	*	*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0600 KT=0300	
		00010 00000	2071 2117		0001415 0001415	00030 00000	0055	
	*	R CORONEL DULCIDIO	820 PG	* 0	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0065 KT=0030	
		00020 00000	2367 2503	9969 9947	0011832 0011832	00087 00000	00087 0051	
	*	R SALDANHA MARINHO	128 PG	* 0	*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0075 KT=0087	
		00014 00000	6751 6924		0005320 0005320	00030 00000	0425	
	*	AV VICENTE MACHADO	585	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0150 KT=0030	
		00025 00000	0588 0659	5010 5093	0007278 0007278	00100 00100	00050 0193	
	*	R DO ROSARIO	900	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112 KT=0050	
		00025 00000	2158 2303		0011890 0011890	00080 00000	0384	
	*	R D PEDRO II	108	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112 KT=0080	
16	23000	00033 00000	4140 4260		0003690 0003690	00030 00000	0061	
	*	AV ERNESTO VILELA	768	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0030	
		00055 00000	2929 3648		0022109 0022109	00030 00000	0260	
	*	R CORONEL BITTENCOURT	S/N	* PGO	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0030	
16	23000	00075 00000	0965 1228		0016175 0016175	00060 00000	0128	
	*	R GUIOMAR NOVAES	PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0145 KT=0060	
		00000 00006	1520 1520		0000772 0000772	00001 00000	0025	
	*	RODOVIA DO CAFE KM 10	PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0015 KT=0001	
		00015 00000	6528 6888		0007380 0007380	00020 00000	0035	
	*	PERIQUITOS KM 8	PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0030 KT=0020	
16	23000	00010 00000	7318 7386		0001394 0001394	00020 00000	0012	
	*	CHAPADA KM 5,5	PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075 KT=0020	
16	23000	00032 00000	5465 5635		0005228 0005228	00030 00000	0085	
	*	QUADRA 6 VILA BORATO	PGO	*	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0100 KT=0030	

```
SUBROUTINE STRES(P,KJ,NEL,C,NNPE,NGLN,XE,L2)
  DIMENSION P(500),NEL(200,5),XE(5,2),C(6),H(100),TED(30),
  * HR(10),EPS(3),SIG(3),R(10)
  COMMON JC,KD
  KD=KJ
  READ(7,KD)H
  DO 20 I=1,NNPE
    M=NEL(KJ,I)*NGLN
    K=(I-1)*NGLN
    DO 10 J=1,NGLN
      IJ=J+K
      N=M-NGLN+J
10    R(IJ)=P(N)
20  CONTINUE
  CALL MPRD(H,R,HR,10,10,0,0,1)
  WRITE(L2,300)HR,R
300 FORMAT(10E11.3)
  DO 30 I=2,30
30  TED(I)=0.
    TED(1)=1.
    TED(6)=1.
    TED(18)=1.
    TED(20)=1.
    ICONT=0
    GO TO 140
60  X=0.5*SQRT((XE(2,1)-XE(1,1))**2+(XE(2,2)-XE(1,2))**2)
    Y=0.5*SQRT((XE(4,1)-XE(1,1))**2+(XE(4,2)-XE(1,2))**2)
    TED(7)=X
    TED(10)=Y
    TED(12)=X
    TED(15)=Y
    TED(24)=X
    TED(26)=X
    TED(27)=Y
    TED(29)=Y
    GO TO 140
70  TED(7)=0.
    TED(12)=0.
    TED(24)=0.
    TED(26)=0.
    GO TO 140
80  TED(7)=-X
    TED(12)=-X
    TED(24)=-X
    TED(26)=-X
    GO TO 140
90  TED(10)=0.
    TED(15)=0.
    TED(27)=0.
    TED(29)=0.
    GO TO 140
100 TED(10)=-Y
    TED(15)=-Y
    TED(27)=-Y
    TED(29)=-Y
    GO TO 140
110 TED(7)=0.
    TED(12)=0.
```

0002

0002

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL													
AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	----	CONSTANTES---	CAR					
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT.	AT.	ANT.	AT.	REAL	FATUR.	KWH	KW	KVARH	INST	
16	23000	00019	00000	5089	5245		0003198	0003198	00020	00000		0098	
	*	R DOS OPERARIOS	576	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0150	KT=0020			
16	23000	00030	00000	5797	5930		0013715	0013715	00060	00000		0252	
	*	R. ERMELINO DE LEAO	PGO	*			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0100	KT=0060			
13	21700	00000	00038	0205	0330	0203	0310	0003844	0004301	00030	00000	00030	0059
SSA	*	AV ALDO VERGANI	387	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0045	KT=0030			
16	23000	00120	00000	1608	1647		0011866	0011866	00200	00000		0232	
	*	VILA CIPA	PGO	*			*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0225	KT=0200			
16	23000	00139	00000	6773	7533		0077900	0077900	00100	00000		0268	
	*	R DOS OPERARIOS	PGO	*			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0125	KT=0100			
16	23000	00060	00000	4343	4934		0036347	0036347	00060	00000		0501	
	*	R DOS OPERARIOS	PGO	*			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0225	KT=0060			
16	23000	00032	00000	5693	5859		0005105	0005105	00030	00000		0081	
	*	R SETE CASA	70	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0030			
16	23000	00050	00000	5624	5710		0004408	0004408	00050	00000		0099	
	*	R MIGUEL CALMON	614	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0050			
		00022	00000	6153	6289		0008364	0008364	00060	00000		0117	
A	*	R JOAQUIM NABUCO	59	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0050	KT=0060			
16	23000	00016	00000	2574	2613		0001199	0001199	00030	00000		0066	
	*	R CONSELHEIROS BARRADAS 3	* 70	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0100	KT=0030			
20	21400	00034	00000	2420	2677		0005269	0005269	00020	00000		0073	
	*	AV CARLOS CAVALCANTI	515	* PGO			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0020			
16	23000	00006	00000	2517	2543		0001599	0001599	00060	00000		0005	
RA	*	AV CARLOS CAVALCANTI	707	* PGO			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0060			
16	23000	00042	00000	5049	5225		0007216	0007216	00040	00000		0120	
	*	R GONCALVES DIAS	24	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0040			
16	23000	00034	00000	4457	4528		0004367	0004367	00060	00000		0088	
	*	R PEREIRA PASSOS	165	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0150	KT=0060			
06	20600	00054	00000	4050	4230		0011070	0011070	00060	00000		0179	
	*	RIO VERDE PONTA GROSSA		*			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0060			
		00007	00000	0746	0775		0002900	0002900	00100	00000		0104	
TO	*	R EUZEBIO DE QUEIROS S/N	* PGO				*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0050	KT=0100			
		00011	00000	9005	9029		0000492	0000492	00020	00000		0023	
IL	*	AV E QUEIROS VILA HOLSMAN	* N	PGO			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0045	KT=0020			
40	30100	00023	00000	0006	0009	0010	0018	0000246	0000349	00080	00080	00040	0097
	*	R RODRIGO OTAVIO		*			*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0040			
06	20600	00080	00000	3528	3600		0014400	0014400	00200	00000		0248	
PARANA	*	R RODRIGO OTAVIO PONTA GR	* OSSA				*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0153	KT=0200			

```
TED(24)=0.  
TED(26)=0.  
GO TO 140  
120 TED(7)=X  
    TED(12)=X  
    TED(24)=X  
    TED(26)=X  
    GO TO 140  
130 TED(10)=0.  
    TED(15)=0.  
    TED(27)=0.  
    TED(29)=0.  
140 CALL MPRD(TED,HR,EPS,3,10,0,0,1)  
    CALL MPRD(C,EPS,SIG,3,3,1,0,1)  
    WRITE(L2,200)KJ,ICONT,SIG(1),SIG(2),SIG(3)  
200 FORMAT(3X,I3,' PCNTG ',I1,3E12.3)  
    ICONT=ICONT+1  
    GO TO (60,70,80,90,100,110,120,130,150),ICONT  
150 RETURN  
END
```

MAPA DA CONVERSAO DO CADASTRO CONSUMIDORES - FATURAMENTO ESPECIAL COPEL

AT	NOVA	DEMANDA	LEIT. KWH	L. KVARH	CONSUMO KWH	---CONSTANTES---	CAR
IN	ATIV.	MED. CALC.	ANT. AT.	ANT. AT.	REAL FATUR.	KWH KW KVARH	INST

16	23000	00025	00000	0246	0267	0296	0323	0001292	0001305	00060	00060	00030	0045
DA	*	AV CARLOS CAVALCANTE	4060	*	PGO	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0045	KT=0030				

06	20600	00116	00000	6208	6295			0017400	0017400	00200	00000		0353
	*	AV CARLOS CAVALCANTE	3386	*		*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0195	KT=0200				

16	23000	00000	00056	0070	0171	0052	0127	0004141	0004384	00040	00000	00040	0083
	*	AV CARLOS CAVALCANTI	2888	*	PGO	*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0040				

		00011	00000	3259	3353			0001927	0001927	00020	00000		0217
	*	R DOLARICIO CORREIA	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0020				

16	23000	00035	00000	1519	1672			0003137	0003137	00020	00000		0072
	*	AV CARLOS CAVALCANTE	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0020				

		00004	00000	0291	0300			0000185	0000185	00020	00000		0057
PAZ	*	AV CARLOS CAVALCANTE	2879	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0030	KT=0020				

13	21700	00648	00000	8143	8379			0283200	0283200	01200	00000		1840
BRASIL	*	R LEOPOLDO FROES	1700	PGO	*	*	MEDICAO=AT	POT.KVA=0999	KT=1200				

		00012	00000	5680	5807			0001302	0001302	00010	00000		0020
	*	R LEOPOLDO FROES	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0015	KT=0010				

16	23000	00051	00000	0885	0994	0500	0557	0004469	0004469	00040	00080	00040	0075
DA	*	AV CARLOS CAVALCANTE	4409	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0040				

16	23000	00066	00000	1142	1500			0022017	0022017	00060	00000		0206
	*	RIO VERDE	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0112	KT=0060				

13	21700	00026	00000	2207	2351			0004428	0004428	00030	00000		0093
MOSSA	*	RIO VERDE	PGO	*		*	MEDICAO=BT	POT.KVA=0075	KT=0030				

00.144 CONSUMIDORES

05/06/75	PHASE	XFR-AD	LOCCRE	HICORE	DSK-AD	ESD TYPE	LABEL	LCODEC	REL-FR
						CSECT	ILFFIGCS	085F98	085F98
						ENTRY	ADICCR=	086C9C	
						ENTRY	BFAREA	086D62	
						ENTRY	ILFFBGRG	086D4C	
						ENTRY	ILFFBGRG	086D48	
						* ENTRY	CPYRITE	085F9C	
						* ENTRY	UBRSVE	086D44	
						ENTRY	IJSYSLC	086E48	
						CSECT	ASCIICST	084758	084758
						* ENTRY	CPSYS	084758	
						CSECT	IJJCPD1	087378	087378
						* ENTRY	IJJCPD1N	087378	
						* ENTRY	IJJCPD3	087378	
						CSECT	IJ2L0005	086FC0	086FC0
						CSECT	IJJCPA1N	087028	087028

AN	NE	ANCP	NGLN	ANPE	IG	NEPL	NEPC	NPU	LADD A	LADD B
59	24	5	2	5	0	0	0	0	0.0	0.0

C C C R D E N A C A S D G S N O S

1	0.0	0.0
2	0.0	1.00
3	0.0	2.00
4	0.0	3.00
5	0.0	4.00
6	1.00	0.50
7	1.00	1.50
8	1.00	2.50
9	1.00	3.50
10	2.00	0.0
11	2.00	1.00
12	2.00	2.00
13	2.00	3.00
14	2.00	4.00
15	3.00	0.50
16	3.00	1.50
17	3.00	2.50
18	3.00	3.50
19	4.00	0.0
20	4.00	1.00
21	4.00	2.00
22	4.00	3.00
23	4.00	4.00
24	5.00	0.50
25	5.00	1.50
26	5.00	2.50
27	5.00	3.50
28	6.00	0.0
29	6.00	1.00
30	6.00	2.00
31	6.00	3.00

32	6.00	7.00
33	7.00	0.50
34	7.00	1.50
35	7.00	2.50
36	7.00	3.50
37	8.00	0.0
38	8.00	1.00
39	8.00	2.00
40	8.00	3.00
41	8.00	4.00
42	9.00	0.50
43	9.00	1.50
44	9.00	2.50
45	9.00	3.50
46	10.00	0.0
47	10.00	1.00
48	10.00	2.00
49	10.00	3.00
50	10.00	4.00
51	11.00	0.50
52	11.00	1.50
53	11.00	2.50
54	11.00	3.50
55	12.00	0.0
56	12.00	1.00
57	12.00	2.00
58	12.00	3.00
59	12.00	4.00

INCIDENCIAS CCS ELEMENTOS

1	1	10	11	2	6	1.00
2	2	11	12	3	7	1.00
3	3	12	13	4	8	1.00
4	4	13	14	5	9	1.00
5	10	19	20	11	15	1.00
6	11	20	21	12	16	1.00
7	12	21	22	13	17	1.00
8	13	22	23	14	18	1.00
9	19	28	29	20	24	1.00
10	20	29	30	21	25	1.00
11	21	30	31	22	26	1.00
12	22	31	32	23	27	1.00
13	28	37	38	29	33	1.00
14	29	38	39	30	34	1.00
15	30	39	40	31	35	1.00
16	31	40	41	32	36	1.00
17	37	46	47	38	42	1.00
18	38	47	48	39	43	1.00
19	39	48	49	40	44	1.00
20	40	49	50	41	45	1.00
21	46	55	56	47	51	1.00
22	47	56	57	48	52	1.00
23	48	57	58	49	53	1.00
24	49	58	59	50	54	1.00

DEFINICIONES APLICIOS

1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0

C A R G A S N O S N O S

57 0.0 1.00

PROPRIEDADE CCS ELEMENTOS

STAGE PLANC DE TENSORES

E= 0.100E 01 NU=0.200

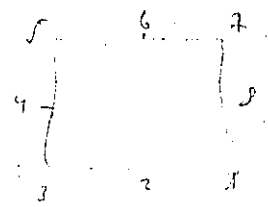
ELEM 24									
0.107E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0
0.100E 01	0.0	-0.100E 01	0.0	-0.100E 01	0.0	-0.100E 01	0.0	0.0	0.0
0.507E 00	0.0	0.500E 00	0.0	-0.500E 00	0.0	-0.500E 00	0.0	0.0	0.0
0.500E 00	-0.800E 00	0.500E 00	0.800E 00	0.500E 00	-0.800E 00	0.500E 00	0.800E 00	0.0	0.0
0.125E 00	-0.300E 00	0.125E 00	0.300E 00	0.125E 00	-0.300E 00	0.125E 00	0.300E 00	0.0	0.0
0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.100E 01
0.0	0.100E 01	0.0	-0.100E 01	0.0	-0.100E 01	0.0	0.100E 01	0.0	0.0
0.0	0.500E 00	0.0	0.500E 00	0.0	-0.500E 00	0.0	-0.500E 00	0.0	0.0
-0.300E 00	0.500E 00	0.300E 00	0.500E 00	-0.300E 00	0.500E 00	0.300E 00	0.500E 00	0.0	0.0
-0.800E 00	0.125E 00	0.800E 00	0.125E 00	-0.800E 00	0.125E 00	0.800E 00	0.125E 00	0.0	0.0
0.0	0.250E 00	0.500E 00	0.150E 01	-0.400E 01	0.0	0.0	0.0	0.862E-01	-0.345E 00
0.0	0.0	0.0	0.625E 00	-0.250E 01	0.0	0.250E 00	0.500E 00	0.552E 00	-0.207E 00
0.0	-0.250E 00	0.500E 00	0.150E 01	-0.400E 01	0.0	0.0	0.0	-0.862E-01	0.345E 00
0.0	0.0	0.0	-0.625E 00	0.250E 01	0.0	-0.250E 00	0.500E 00	0.552E 00	-0.207E 00
0.0	-0.250E 00	-0.500E 00	0.150E 01	-0.400E 01	0.0	0.0	0.0	0.862E-01	-0.345E 00
0.0	0.0	0.0	0.625E 00	-0.250E 01	0.0	-0.250E 00	-0.500E 00	0.552E 00	-0.207E 00
0.0	0.250E 00	-0.500E 00	0.150E 01	-0.400E 01	0.0	0.0	0.0	-0.862E-01	0.345E 00
0.0	0.0	0.0	-0.625E 00	0.250E 01	0.0	0.250E 00	-0.500E 00	0.552E 00	-0.207E 00
0.100E 01	0.0	0.0	-0.600E 01	0.160E 02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.100E 01	0.0	0.0	-0.221E 01	0.828E 00
-0.116E 01	0.0	0.833E 00	0.0	0.0	0.694E 00	0.0	0.0	0.0	0.451E 00
0.208E 01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.694E-01	0.0	0.833E 00	0.0	0.0
0.833E 00	0.417E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.208E 01	0.0	0.0
0.0	0.278E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.135E 00	0.0
0.694E-01	0.0	0.0	0.0	0.764E 00	0.0	0.0	0.0	0.347E-01	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.174E 00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.250E 00	0.500E 00	0.150E 01	0.500E 00	-0.400E 01	0.0	0.0	0.862E-01	0.954E-06	-0.345E 00
0.0	0.0	0.625E 00	-0.556E-07	-0.250E 01	0.250E 00	0.500E 00	0.552E 00	0.500E 00	-0.207E 00
-0.250E 00	0.500E 00	0.150E 01	-0.500E 00	-0.400E 01	0.0	0.0	-0.862E-01	0.954E-06	0.345E 00
0.0	0.0	-0.625E 00	-0.556E-07	0.250E 01	-0.250E 00	0.500E 00	0.552E 00	-0.500E 00	-0.207E 00
-0.250E 00	-0.500E 00	0.150E 01	-0.500E 00	-0.400E 01	0.0	0.0	0.862E-01	0.954E-06	-0.345E 00
0.0	0.0	0.625E 00	-0.556E-07	-0.250E 01	-0.250E 00	-0.500E 00	0.552E 00	0.500E 00	-0.207E 00
0.250E 00	-0.500E 00	0.150E 01	-0.500E 00	-0.400E 01	0.0	0.0	-0.862E-01	0.954E-06	0.345E 00
0.0	0.0	-0.625E 00	-0.556E-07	0.250E 01	0.250E 00	-0.500E 00	0.552E 00	-0.500E 00	-0.207E 00
0.0	0.0	-0.600E 01	0.0	0.160E 02	0.0	0.0	0.0	-0.954E-06	0.0
0.0	0.0	0.0	-0.954E-06	0.0	0.0	0.0	-0.221E 01	0.0	0.828E 00
0.316E 01	0.157E 01	0.260E 01	-0.126E 01	0.248E 01	0.125E 01	0.245E 01	-0.116E 01	-0.107E 02	-0.395E 00
0.157E 01	0.147E 01	0.126E 01	-0.249E 00	0.125E 01	0.329E 00	0.116E 01	-0.119E 01	-0.524E 01	-0.368E 00
0.260E 01	0.126E 01	0.316E 01	-0.157E 01	0.245E 01	0.116E 01	0.248E 01	-0.125E 01	-0.107E 02	0.395E 00
-0.126E 01	-0.249E 00	-0.157E 01	0.147E 01	-0.116E 01	-0.119E 01	-0.125E 01	0.329E 00	0.524E 01	-0.368E 00
0.248E 01	0.125E 01	0.245E 01	-0.116E 01	0.316E 01	0.157E 01	0.260E 01	-0.126E 01	-0.107E 02	-0.395E 00
0.125E 01	0.329E 00	0.116E 01	-0.119E 01	0.157E 01	0.147E 01	0.126E 01	-0.249E 00	-0.524E 01	-0.368E 00
0.245E 01	0.116E 01	0.248E 01	-0.125E 01	0.260E 01	0.126E 01	0.316E 01	-0.157E 01	-0.107E 02	0.395E 00
-0.116E 01	-0.119E 01	-0.125E 01	0.329E 00	-0.126E 01	-0.249E 00	-0.157E 01	0.147E 01	0.524E 01	-0.368E 00
-0.107E 02	-0.524E 01	-0.107E 02	0.524E 01	-0.107E 02	-0.524E 01	-0.107E 02	0.524E 01	0.428E 02	0.0
-0.395E 00	-0.368E 00	0.395E 00	-0.368E 00	-0.395E 00	-0.368E 00	0.395E 00	-0.368E 00	0.0	0.147E 01
0.316E 01	0.157E 01	0.260E 01	-0.126E 01	0.248E 01	0.125E 01	0.245E 01	-0.116E 01	-0.107E 02	-0.395E 00
0.157E 01	0.147E 01	0.126E 01	-0.249E 00	0.125E 01	0.329E 00	0.116E 01	-0.119E 01	-0.524E 01	-0.368E 00
0.260E 01	0.126E 01	0.316E 01	-0.157E 01	0.245E 01	0.116E 01	0.248E 01	-0.125E 01	-0.107E 02	0.395E 00
-0.126E 01	-0.249E 00	-0.157E 01	0.147E 01	-0.116E 01	-0.119E 01	-0.125E 01	0.329E 00	0.524E 01	-0.368E 00
0.248E 01	0.125E 01	0.245E 01	-0.116E 01	0.316E 01	0.157E 01	0.260E 01	-0.126E 01	-0.107E 02	-0.395E 00
0.125E 01	0.329E 00	0.116E 01	-0.119E 01	0.157E 01	0.147E 01	0.126E 01	-0.249E 00	-0.524E 01	-0.368E 00
0.245E 01	0.116E 01	0.248E 01	-0.125E 01	0.260E 01	0.126E 01	0.316E 01	-0.157E 01	-0.107E 02	0.395E 00
-0.116E 01	-0.119E 01	-0.125E 01	0.329E 00	-0.126E 01	-0.249E 00	-0.157E 01	0.147E 01	0.524E 01	-0.368E 00
-0.107E 02	-0.524E 01	-0.107E 02	0.524E 01	-0.107E 02	-0.524E 01	-0.107E 02	0.524E 01	0.428E 02	0.0
-0.395E 00	-0.368E 00	0.395E 00	-0.368E 00	-0.395E 00	-0.368E 00	0.395E 00	-0.368E 00	0.0	0.147E 01

DESLOCAMENTOS NODAIS

NE X Y

1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	0.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.298E 01	0.159E 01
7	0.538E 00	0.156E 01
8	0.538E 00	0.156E 01
9	0.298E 01	0.159E 01
10	0.641E 01	0.598E 01
11	0.385E 01	0.528E 01
12	0.483E-03	0.508E 01
13	0.385E 01	0.528E 01
14	0.641E 01	0.598E 01
15	0.871E 01	0.112E 02
16	0.281E 01	0.107E 02
17	0.281E 01	0.107E 02
18	0.871E 01	0.112E 02
19	0.151E 02	0.187E 02
20	0.737E 01	0.183E 02
21	0.945E-03	0.181E 02
22	0.738E 01	0.183E 02
23	0.151E 02	0.187E 02
24	0.132E 02	0.272E 02
25	0.434E 01	0.270E 02
26	0.435E 01	0.270E 02
27	0.132E 02	0.272E 02
28	0.204E 02	0.375E 02
29	0.997E 01	0.372E 02
30	0.146E-02	0.371E 02
31	0.998E 01	0.372E 02
32	0.204E 02	0.375E 02

33 0.166E 02 0.486E 02
 34 0.546E 01 0.484E 02
 35-0.546E 01 0.484E 02
 36-0.166E 02 0.486E 02
 37 0.242E 02 0.609E 02
 38 0.118E 02 0.607E 02
 39-0.152E-02 0.606E 02
 40-0.118E 02 0.607E 02
 41-0.242E 02 0.609E 02
 42 0.189E 02 0.738E 02
 43 0.620E 01 0.736E 02
 44-0.620E 01 0.736E 02
 45-0.189E 02 0.738E 02
 46 0.264E 02 0.873E 02
 47 0.130E 02 0.872E 02
 48-0.155E-02 0.870E 02
 49-0.130E 02 0.872E 02
 50-0.264E 02 0.873E 02
 51 0.200E 02 0.101E 03
 52 0.669E 01 0.101E 03
 53-0.670E 01 0.101E 03
 54-0.200E 02 0.101E 03
 55 0.270E 02 0.115E 03
 56 0.134E 02 0.115E 03
 57-0.107E-02 0.116E 03
 58-0.134E 02 0.115E 03
 59-0.270E 02 0.115E 03



ELEMENT	SIGMA-X	SIGMA-Y	SIGMA-XY
-0.305E 01	0.228E 01	0.777E-01	-0.228E 01
0.0	0.0	0.841E 01	0.558E 01
1 PCNTC 0	-0.312E 01	-0.272E 00	-0.224E 00
1 PCNTC 1	-0.424E 01	-0.568E 00	-0.208E 00
1 PCNTC 2	-0.425E 01	-0.217E 00	-0.218E 00
1 PCNTC 3	-0.425E 01	0.133E 00	-0.225E 00
1 PCNTC 4	-0.313E 01	0.786E-01	-0.234E 00
1 PCNTC 5	-0.203E 01	0.241E-01	-0.240E 00
1 PCNTC 6	-0.199E 01	-0.326E 00	-0.230E 00
1 PCNTC 7	-0.198E 01	-0.677E 00	-0.220E 00
1 PCNTC 8	-0.312E 01	-0.272E 00	-0.224E 00

0.375E 00 -0.282E 01 0.352E 00 0.230E 01 -0.352E 00 0.560E 00
 0.528E 01 0.0 0.0 0.298E 01 0.159E 01

-0.3462E 00	0.193E 01	0.223E-01	-0.193E 01	-0.255E 01	0.101E 00	0.195E 01	-0.101E 00	0.473E 00
0.0	0.0	0.385E 01	0.528E 01	-0.483E-03	0.508E 01	0.0	0.938E 00	0.156E 01
2 PCNTC 0	-0.581E 00	-0.955E-01	-0.277E 00					
2 PCNTC 1	-0.193E 01	-0.150E 00	-0.267E 00					
2 PCNTC 2	-0.193E 01	-0.494E-01	-0.275E 00					
2 PCNTC 3	-0.194E 01	0.509E-01	-0.284E 00					
2 PCNTC 4	-0.584E 00	0.484E-02	-0.286E 00					
2 PCNTC 5	-0.303E-01	-0.412E-01	-0.287E 00					
2 PCNTC 6	-0.281E-01	-0.142E 00	-0.275E 00					
2 PCNTC 7	-0.259E-01	-0.242E 00	-0.270E 00					
2 PCNTC 8	-0.975E 00	-0.196E 00	-0.268E 00					
0.963E 00	0.193E 01	-0.223E-01	-0.193E 01	-0.109E 00	-0.255E 01	-0.101E 00	0.195E 01	0.101E 00
0.0	0.0	-0.483E-03	0.508E 01	-0.265E 01	0.528E 01	0.0	0.0	-0.938E 00
3 PCNTC 0	0.582E 00	0.956E-01	-0.277E 00					
3 PCNTC 1	0.264E-01	0.242E 00	-0.270E 00					
3 PCNTC 2	0.286E-01	0.142E 00	-0.275E 00					
3 PCNTC 3	0.308E-01	0.413E-01	-0.287E 00					
3 PCNTC 4	0.984E 00	-0.482E-02	-0.286E 00					
3 PCNTC 5	0.194E 01	-0.509E-01	-0.284E 00					
3 PCNTC 6	0.194E 01	0.495E-01	-0.275E 00					
3 PCNTC 7	0.193E 01	0.150E 00	-0.267E 00					
3 PCNTC 8	0.980E 00	0.196E 00	-0.268E 00					
0.306E 01	0.228E 01	-0.777E-01	-0.228E 01	-0.379E 00	-0.282E 01	-0.352E 00	0.230E 01	0.352E 00
0.0	0.0	-0.385E 01	0.528E 01	-0.841E 01	0.599E 01	0.0	0.0	-0.298E 01
4 PCNTC 0	0.312E 01	0.272E 00	-0.224E 00					
4 PCNTC 1	0.198E 01	0.677E 00	-0.220E 00					
4 PCNTC 2	0.195E 01	0.326E 00	-0.230E 00					
4 PCNTC 3	0.206E 01	-0.242E-01	-0.249E 00					
4 PCNTC 4	0.313E 01	-0.787E-01	-0.234E 00					
4 PCNTC 5	0.426E 01	-0.133E 00	-0.225E 00					
4 PCNTC 6	0.425E 01	0.217E 00	-0.218E 00					
4 PCNTC 7	0.424E 01	0.568E 00	-0.208E 00					
4 PCNTC 8	0.311E 01	0.622E 00	-0.214E 00					
-0.255E 01	0.612E 01	-0.301E-01	-0.157E 01	-0.147E 00	-0.643E 01	0.567E 00	0.158E 01	0.136E 00
0.841E 01	0.596E 01	0.151E 02	0.187E 02	0.727E 01	0.183E 02	0.385E 01	0.528E 01	0.871E 01
5 PCNTC 0	-0.253E 01	0.685E-01	-0.128E 00					
5 PCNTC 1	-0.321E 01	0.234E 00	-0.123E 00					
5 PCNTC 2	-0.331E 01	0.984E-01	-0.130E 00					
5 PCNTC 3	-0.331E 01	-0.374E-01	-0.137E 00					
5 PCNTC 4	-0.253E 01	-0.749E-01	-0.135E 00					
5 PCNTC 5	-0.175E 01	-0.112E 00	-0.133E 00					
5 PCNTC 6	-0.176E 01	0.234E-01	-0.126E 00					
5 PCNTC 7	-0.176E 01	0.155E 00	-0.119E 00					
5 PCNTC 8	-0.254E 01	0.197E 00	-0.121E 00					
-0.881E 00	0.561E 01	-0.351E-02	-0.176E 01	-0.185E-01	-0.651E 01	0.184E 00	0.178E 01	0.176E-01
0.385E 01	0.528E 01	0.737E 01	0.183E 02	-0.545E-03	0.181E 02	-0.483E-03	0.508E 01	0.281E 01
6 PCNTC 0	-0.879E 00	0.813E-02	-0.272E 00					
6 PCNTC 1	-0.175E 01	0.678E-01	-0.365E 00					
6 PCNTC 2	-0.175E 01	0.503E-01	-0.273E 00					
6 PCNTC 3	-0.175E 01	0.329E-01	-0.381E 00					
6 PCNTC 4	-0.879E 00	-0.634E-02	-0.381E 00					
6 PCNTC 5	-0.617E-02	-0.515E-01	-0.381E 00					
6 PCNTC 6	-0.658E-02	-0.341E-01	-0.272E 00					
6 PCNTC 7	-0.699E-02	-0.166E-01	-0.365E 00					
6 PCNTC 8	-0.880E 00	0.256E-01	-0.365E 00					
0.882E 00	0.561E 01	0.386E-02	-0.176E 01	-0.185E-01	-0.651E 01	-0.184E 00	0.178E 01	-0.175E-01
-0.483E-03	0.508E 01	-0.645E-03	0.181E 02	-0.728E 01	0.183E 02	-0.385E 01	0.528E 01	-0.281E 01
7 PCNTC 0	0.880E 00	-0.814E-02	-0.373E 00					
7 PCNTC 1	0.741E-02	0.166E-01	-0.365E 00					
7 PCNTC 2	0.704E-02	0.341E-01	-0.373E 00					
7 PCNTC 3	0.667E-02	0.515E-01	-0.280E 00					
7 PCNTC 4	0.880E 00	0.921E-02	-0.381E 00					
7 PCNTC 5	0.175E 01	-0.329E-01	-0.381E 00					
7 PCNTC 6	0.175E 01	-0.803E-01	-0.373E 00					
7 PCNTC 7	0.175E 01	-0.678E-01	-0.365E 00					
7 PCNTC 8	0.880E 00	-0.814E-02	-0.373E 00					

0.255E 01	0.612E 01	0.391E-01	-0.157E 01	0.147E 00	-0.643E 01	-0.568E 00	0.158E 01	-0.136E 00	0.385E 00
-0.385E 01	0.528E 01	-0.738E 01	0.183E 02	-0.151E 02	0.187E 02	-0.841E 01	0.599E 01	-0.871E 01	0.112E 02
8 PCNTC 0	0.253E 01	-0.610E-01	-0.128E 00						
8 PCNTC 1	0.176E 01	-0.159E 00	-0.119E 00						
8 PCNTC 2	0.176E 01	-0.235E-01	-0.126E 00						
8 PCNTC 3	0.176E 01	0.112E 00	-0.123E 00						
8 PCNTC 4	0.252E 01	0.748E-01	-0.135E 00						
8 PCNTC 5	0.331E 01	0.373E-01	-0.137E 00						
8 PCNTC 6	0.331E 01	-0.985E-01	-0.138E 00						
8 PCNTC 7	0.331E 01	-0.234E 00	-0.123E 00						
8 PCNTC 8	0.254E 01	-0.197E 00	-0.121E 00						
-0.198E 01	0.904E 01	-0.104E-01	-0.135E 01	-0.510E-01	-0.944E 01	0.384E 00	0.137E 01	0.473E-01	0.333E 00
0.151E 02	0.187E 02	0.204E 02	0.375E 02	0.997E 01	0.372E 02	0.737E 01	0.183E 02	0.132E 02	0.272E 02
9 PCNTC 0	-0.198E 01	-0.119E-01	-0.167E 00						
9 PCNTC 1	-0.265E 01	0.676E-01	-0.161E 00						
9 PCNTC 2	-0.265E 01	0.205E-01	-0.167E 00						
9 PCNTC 3	-0.265E 01	-0.266E-01	-0.173E 00						
9 PCNTC 4	-0.198E 01	-0.590E-01	-0.173E 00						
9 PCNTC 5	-0.131E 01	-0.914E-01	-0.172E 00						
9 PCNTC 6	-0.131E 01	-0.443E-01	-0.166E 00						
9 PCNTC 7	-0.131E 01	0.280E-02	-0.160E 00						
9 PCNTC 8	-0.198E 01	0.352E-01	-0.161E 00						
-0.650E 01	0.868E 01	-0.661E-02	-0.130E 01	-0.321E-01	-0.948E 01	0.137E 00	0.131E 01	0.298E-01	0.320E 00
0.737E 01	0.183E 02	0.997E 01	0.372E 02	-0.146E-02	0.371E 02	-0.945E-03	0.181E 02	0.434E 01	0.270E 02
10 PCNTC 0	-0.649E 00	0.696E-02	-0.325E 00						
10 PCNTC 1	-0.129E 01	0.678E-01	-0.329E 00						
10 PCNTC 2	-0.129E 01	0.381E-01	-0.335E 00						
10 PCNTC 3	-0.129E 01	0.850E-02	-0.341E 00						
10 PCNTC 4	-0.648E 00	-0.227E-01	-0.340E 00						
10 PCNTC 5	-0.389E-02	-0.539E-01	-0.340E 00						
10 PCNTC 6	-0.457E-02	-0.242E-01	-0.334E 00						
10 PCNTC 7	-0.525E-02	0.543E-02	-0.329E 00						
10 PCNTC 8	-0.649E 00	0.366E-01	-0.329E 00						
0.651E 01	0.868E 01	0.655E-02	-0.130E 01	0.322E-01	-0.948E 01	-0.137E 00	0.131E 01	-0.298E-01	0.320E 00
-0.945E-03	0.181E 02	-0.146E-02	0.371E 02	-0.997E 01	0.372E 02	-0.738E 01	0.183E 02	-0.435E 01	0.270E 02
11 PCNTC 0	0.649E 00	-0.699E-02	-0.335E 00						
11 PCNTC 1	0.570E-02	-0.553E-02	-0.328E 00						
11 PCNTC 2	0.508E-02	0.242E-01	-0.334E 00						
11 PCNTC 3	0.446E-02	0.539E-01	-0.340E 00						
11 PCNTC 4	0.648E 00	0.227E-01	-0.340E 00						
11 PCNTC 5	0.129E 01	-0.845E-02	-0.341E 00						
11 PCNTC 6	0.129E 01	-0.382E-01	-0.335E 00						
11 PCNTC 7	0.129E 01	-0.679E-01	-0.329E 00						
11 PCNTC 8	0.650E 00	-0.367E-01	-0.329E 00						
0.198E 01	0.904E 01	0.105E-01	-0.135E 01	0.511E-01	-0.944E 01	-0.384E 00	0.137E 01	-0.474E-01	0.333E 00
-0.738E 01	0.182E 02	-0.998E 01	0.372E 02	-0.264E 02	0.375E 02	-0.151E 02	0.187E 02	-0.132E 02	0.272E 02
12 PCNTC 0	0.198E 01	0.119E-01	-0.166E 00						
12 PCNTC 1	0.131E 01	-0.293E-02	-0.160E 00						
12 PCNTC 2	0.131E 01	0.443E-01	-0.166E 00						
12 PCNTC 3	0.131E 01	0.914E-01	-0.172E 00						
12 PCNTC 4	0.198E 01	0.590E-01	-0.172E 00						
12 PCNTC 5	0.265E 01	0.266E-01	-0.173E 00						
12 PCNTC 6	0.265E 01	-0.205E-01	-0.167E 00						
12 PCNTC 7	0.265E 01	-0.677E-01	-0.161E 00						
12 PCNTC 8	0.198E 01	-0.353E-01	-0.160E 00						
-0.141E 01	0.114E 02	-0.115E-01	-0.961E 00	-0.564E-01	-0.117E 02	0.284E 00	0.971E 00	0.524E-01	0.237E 00
0.204E 02	0.375E 02	0.242E 02	0.609E 02	0.118E 02	0.607E 02	0.997E 01	0.372E 02	0.166E 02	0.486E 02
13 PCNTC 0	-0.141E 01	0.181E-02	-0.149E 00						
13 PCNTC 1	-0.189E 01	0.770E-01	-0.146E 00						
13 PCNTC 2	-0.189E 01	0.249E-01	-0.150E 00						
13 PCNTC 3	-0.189E 01	-0.273E-01	-0.154E 00						
13 PCNTC 4	-0.141E 01	-0.584E-01	-0.153E 00						
13 PCNTC 5	-0.935E 00	-0.734E-01	-0.153E 00						
13 PCNTC 6	-0.936E 00	-0.212E-01	-0.148E 00						
13 PCNTC 7	-0.937E 00	0.309E-01	-0.144E 00						
13 PCNTC 8	-0.141E 01	0.584E-01	-0.153E 00						

-0.466E 00	0.189E 02	-0.623E-02	-0.932E 00	-0.372E-01	-0.118E 02	0.789E-01	0.941E 00	0.280E-01	0.229E 00
0.997E 01	0.372E 02	0.118E 02	0.607E 02	-0.152E-02	0.606E 02	-0.146E-02	0.371E 02	0.546E 01	0.484E 02
14 PCNTC 0	-0.466E 00	-0.148E-01	-0.352E 00						
14 PCNTC 1	-0.931E 00	0.354E-01	-0.248E 00						
14 PCNTC 2	-0.930E 00	0.753E-02	-0.352E 00						
14 PCNTC 3	-0.929E 00	-0.203E-01	-0.356E 00						
14 PCNTC 4	-0.468E 00	-0.427E-01	-0.356E 00						
14 PCNTC 5	-0.674E-02	-0.651E-01	-0.259E 00						
14 PCNTC 6	-0.738E-02	-0.372E-01	-0.351E 00						
14 PCNTC 7	-0.803E-02	-0.935E-02	-0.347E 00						
14 PCNTC 8	-0.465E 00	0.130E-01	-0.348E 00						
0.466E 00	0.189E 02	0.620E-02	-0.932E 00	0.305E-01	-0.118E 02	-0.788E-01	0.941E 00	-0.282E-01	0.229E 00
-0.146E-02	0.371E 02	-0.152E-02	0.606E 02	-0.118E 02	0.607E 02	-0.998E 01	0.372E 02	-0.546E 01	0.484E 02
15 PCNTC 0	0.469E 00	0.150E-01	-0.252E 00						
15 PCNTC 1	0.806E-02	0.932E-02	-0.347E 00						
15 PCNTC 2	0.749E-02	0.374E-01	-0.351E 00						
15 PCNTC 3	0.691E-02	0.655E-01	-0.355E 00						
15 PCNTC 4	0.468E 00	0.431E-01	-0.356E 00						
15 PCNTC 5	0.930E 00	0.207E-01	-0.356E 00						
15 PCNTC 6	0.930E 00	-0.737E-02	-0.252E 00						
15 PCNTC 7	0.931E 00	-0.355E-01	-0.248E 00						
15 PCNTC 8	0.478E 00	-0.131E-01	-0.248E 00						
0.141E 01	0.114E 02	0.116E-01	-0.961E 00	0.566E-01	-0.117E 02	-0.284E 00	0.971E 00	-0.526E-01	0.236E 00
-0.998E 01	0.372E 02	-0.118E 02	0.607E 02	-0.242E 02	0.609E 02	-0.204E 02	0.375E 02	-0.166E 02	0.486E 02
16 PCNTC 0	0.141E 01	-0.171E-02	-0.145E 00						
16 PCNTC 1	0.937E 00	-0.310E-01	-0.144E 00						
16 PCNTC 2	0.936E 00	0.213E-01	-0.148E 00						
16 PCNTC 3	0.935E 00	0.726E-01	-0.152E 00						
16 PCNTC 4	0.141E 01	0.506E-01	-0.153E 00						
16 PCNTC 5	0.189E 01	0.276E-01	-0.154E 00						
16 PCNTC 6	0.189E 01	-0.247E-01	-0.150E 00						
16 PCNTC 7	0.189E 01	-0.771E-01	-0.146E 00						
16 PCNTC 8	0.141E 01	-0.540E-01	-0.145E 00						
-0.849E 00	0.128E 02	-0.117E-01	-0.508E 00	-0.581E-01	-0.132E 02	0.178E 00	0.514E 00	0.537E-01	0.125E 00
0.242E 02	0.609E 02	0.264E 02	0.873E 02	0.130E 02	0.872E 02	0.118E 02	0.607E 02	0.189E 02	0.738E 02
17 PCNTC 0	-0.847E 00	0.866E-02	-0.178E 00						
17 PCNTC 1	-0.110E 01	0.744E-01	-0.165E 00						
17 PCNTC 2	-0.110E 01	0.209E-01	-0.171E 00						
17 PCNTC 3	-0.110E 01	-0.326E-01	-0.173E 00						
17 PCNTC 4	-0.846E 00	-0.448E-01	-0.172E 00						
17 PCNTC 5	-0.594E 00	-0.571E-01	-0.171E 00						
17 PCNTC 6	-0.595E 00	-0.360E-02	-0.145E 00						
17 PCNTC 7	-0.596E 00	0.459E-01	-0.167E 00						
17 PCNTC 8	-0.848E 00	0.621E-01	-0.168E 00						
-0.297E 00	0.124E 02	0.137E-01	-0.595E 00	0.670E-01	-0.132E 02	0.113E 00	0.601E 00	-0.622E-01	0.146E 00
0.118E 02	0.607E 02	0.130E 02	0.872E 02	-0.155E-02	0.870E 02	-0.152E-02	0.606E 02	0.620E 01	0.736E 02
18 PCNTC 0	-0.286E 00	0.558E-01	-0.231E 00						
18 PCNTC 1	-0.579E 00	0.822E-02	-0.327E 00						
18 PCNTC 2	-0.581E 00	0.701E-01	-0.330E 00						
18 PCNTC 3	-0.582E 00	0.132E 00	-0.332E 00						
18 PCNTC 4	-0.288E 00	0.118E 00	-0.333E 00						
18 PCNTC 5	0.703E-02	0.103E 00	-0.334E 00						
18 PCNTC 6	0.825E-02	0.415E-01	-0.332E 00						
18 PCNTC 7	0.967E-02	-0.204E-01	-0.329E 00						
18 PCNTC 8	-0.285E 00	-0.611E-02	-0.328E 00						
0.297E 00	0.124E 02	-0.137E-01	-0.595E 00	0.670E-01	-0.132E 02	-0.113E 00	0.601E 00	0.622E-01	0.146E 00
-0.152E-02	0.606E 02	-0.155E-02	0.870E 02	-0.130E 02	0.872E 02	-0.118E 02	0.607E 02	-0.620E 01	0.736E 02
19 PCNTC 0	0.286E 00	-0.556E-01	-0.331E 00						
19 PCNTC 1	-0.965E-02	0.207E-01	-0.329E 00						
19 PCNTC 2	-0.829E-02	-0.413E-01	-0.322E 00						
19 PCNTC 3	-0.693E-02	-0.103E 00	-0.334E 00						
19 PCNTC 4	0.287E 00	-0.118E 00	-0.333E 00						
19 PCNTC 5	0.582E 00	-0.132E 00	-0.332E 00						
19 PCNTC 6	0.581E 00	-0.699E-01	-0.330E 00						
19 PCNTC 7	0.579E 00	-0.794E-02	-0.227E 00						
19 PCNTC 8	0.285E 00	0.621E-01	-0.168E 00						

0.847E 02	0.128E 02	0.117E-01	-0.549E 01	0.575E 02	-0.178E 00	0.514E 00	-0.536E-01	0.125E 00
-0.118E 02	0.607E 02	-0.130E 02	0.872E 02	-0.264E 02	0.873E 02	-0.242E 02	0.609E 02	-0.189E 02
20 PCNTC 0	0.847E 00	-0.868E-02	-0.170E 00					
20 PCNTC 1	0.596E 00	-0.498E-01	-0.167E 00					
20 PCNTC 2	0.595E 00	0.357E-02	-0.169E 00					
20 PCNTC 3	0.594E 00	0.569E-01	-0.171E 00					
20 PCNTC 4	0.846E 00	0.447E-01	-0.172E 00					
20 PCNTC 5	0.110E 01	0.324E-01	-0.173E 00					
20 PCNTC 6	0.113E 01	-0.209E-01	-0.171E 00					
20 PCNTC 7	0.110E 01	-0.743E-01	-0.169E 00					
20 PCNTC 8	0.848E 00	-0.620E-01	-0.168E 00					
-0.263E 00	0.135E 02	-0.238E-01	-0.149E 00	-0.116E 00	-0.138E 02	0.163E-01	0.150E 00	0.108E 00
0.264E 02	0.873E 02	0.270E 02	0.115E 03	0.134E 02	0.115E 03	0.130E 02	0.872E 02	0.200E 02
21 PCNTC 0	-0.271E 00	-0.378E-01	-0.148E 00					
21 PCNTC 1	-0.346E 00	0.735E-01	-0.145E 00					
21 PCNTC 2	-0.344E 00	-0.341E-01	-0.145E 00					
21 PCNTC 3	-0.342E 00	-0.142E 00	-0.150E 00					
21 PCNTC 4	-0.268E 00	-0.145E 00	-0.148E 00					
21 PCNTC 5	-0.195E 00	-0.149E 00	-0.146E 00					
21 PCNTC 6	-0.197E 00	-0.414E-01	-0.146E 00					
21 PCNTC 7	-0.195E 00	0.662E-01	-0.145E 00					
21 PCNTC 8	-0.273E 00	0.659E-01	-0.147E 00					
-0.945E-01	0.132E 02	-0.782E-01	-0.185E 00	-0.381E 00	-0.141E 02	-0.179E 00	0.190E 00	0.354E-00
0.133E 02	0.872E 02	0.134E 02	0.115E 03	-0.107E-02	-0.116E 03	-0.155E-02	0.870E 02	0.669E 01
22 PCNTC 0	-0.136E 00	-0.206E 00	-0.354E 00					
22 PCNTC 1	-0.237E 00	0.151E 00	-0.359E 00					
22 PCNTC 2	-0.229E 00	-0.201E 00	-0.359E 00					
22 PCNTC 3	-0.221E 00	-0.553E 00	-0.360E 00					
22 PCNTC 4	-0.128E 00	-0.558E 00	-0.354E 00					
22 PCNTC 5	-0.345E-01	-0.563E 00	-0.349E 00					
22 PCNTC 6	-0.423E-01	-0.210E 00	-0.348E 00					
22 PCNTC 7	-0.503E-01	0.142E 00	-0.348E 00					
22 PCNTC 8	-0.143E 00	0.147E 00	-0.353E 00					
0.943E-01	0.132E 02	0.780E-01	-0.185E 00	0.381E 00	-0.141E 02	0.178E 00	0.190E 00	-0.353E 00
-0.155E-02	0.870E 02	-0.107E-02	0.116E 03	-0.134E 02	0.115E 03	-0.130E 02	0.872E 02	-0.670E 01
23 PCNTC 0	0.135E 00	0.205E 00	-0.354E 00					
23 PCNTC 1	0.494E-01	-0.142E 00	-0.347E 00					
23 PCNTC 2	0.417E-01	0.210E 00	-0.348E 00					
23 PCNTC 3	0.341E-01	0.562E 00	-0.348E 00					
23 PCNTC 4	0.128E 00	0.557E 00	-0.354E 00					
23 PCNTC 5	0.221E 00	0.553E 00	-0.360E 00					
23 PCNTC 6	0.229E 00	0.201E 00	-0.359E 00					
23 PCNTC 7	0.237E 00	-0.151E 00	-0.359E 00					
23 PCNTC 8	0.143E 00	-0.146E 00	-0.353E 00					
0.263E 00	0.135E 02	0.237E-01	-0.148E 00	0.117E 00	-0.138E 02	-0.165E-01	0.149E 00	-0.108E 00
-0.133E 02	0.872E 02	-0.134E 02	0.115E 03	-0.270E 02	0.115E 03	-0.264E 02	0.873E 02	-0.200E 02
24 PCNTC 0	0.270E 00	0.376E-01	-0.148E 00					
24 PCNTC 1	0.199E 00	-0.666E-01	-0.145E 00					
24 PCNTC 2	0.197E 00	0.412E-01	-0.146E 00					
24 PCNTC 3	0.195E 00	0.149E 00	-0.146E 00					
24 PCNTC 4	0.268E 00	0.145E 00	-0.148E 00					
24 PCNTC 5	0.341E 00	0.142E 00	-0.150E 00					
24 PCNTC 6	0.344E 00	0.339E-01	-0.149E 00					
24 PCNTC 7	0.346E 00	-0.739E-01	-0.149E 00					
24 PCNTC 8	0.272E 00	-0.703E-01	-0.147E 00					